

Aus der Klinik für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der
Medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Reinnervation von Schleimhaut und Zähnen
nach Le Fort-I-Osteotomie des Oberkiefers
in der orthognathen Chirurgie

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Franziska Maslewski

aus Pritzwalk

Gutachter/in: 1. Prof. Dr. Dr. B. Hoffmeister
 2. Prof. Dr. Dr. K.-D. Wolff
 3. Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. K. Wangerin

Datum der Promotion: 03.06.2012

Meiner lieben Mutter

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen	6
2	Einleitung	7
2.1	Einführung.....	7
2.2	Anatomie der Oberkieferregion	8
2.2.1	Differenzierung zwischen Prämaxilla und Maxilla	8
2.2.2	Innervation des Oberkiefers	8
2.2.3	Vaskularisierung des Oberkiefers	10
2.2.4	Dentale Sensibilität und Vitalität.....	11
2.3	Indikation.....	11
2.4	Komplikationen und Misserfolge	13
3	Aufgabenstellung	14
4	Material und Methode	16
4.1	Arbeitsmethodik.....	16
4.2	Patientenstamm	17
4.3	Operationsmethode.....	18
4.4	Krankengeschichten, Modelle und Operationsprotokolle	20
4.5	Anamnese	20
4.6	Patientensubjektive Angaben zu Parästhesien	20
4.7	Nebenbefunde.....	20
4.8	Untersuchung des Cavum oris	21
4.8.1	Ein- und Ausschlusskriterien.....	21
4.8.2	Sensibilität und Vitalität der Oberkieferzähne.....	21
4.8.3	Sensibilität der Gingiva	21
4.8.3.1	Pinprick-Test – protopathische Sensibilität.....	21
4.8.3.2	Statische Zwei-Punkte-Diskrimination – epikritische Sensibilität	22
4.9	Statistische Analyse	23
5	Ergebnisse	25
5.1	Anamnese	25
5.2	Patientensubjektive Angaben zu Parästhesien	25
5.3	Nebenbefunde.....	27
5.4	Sensibilität und Vitalität der Oberkieferzähne.....	28
5.4.1	Ausschlusskriterien und Besonderheiten	28
5.4.2	Sensibilität.....	28

5.4.3	Vitalität	31
5.5	Sensibilität der Gingiva.....	33
5.5.1	Pinprick-Test – protopathische Sensibilität	33
5.5.2	Statische Zwei-Punkte-Diskrimination – epikritische Sensibilität.....	37
5.6	Einfluss des Ausmaßes der Transposition und Expansion.....	39
5.6.1	Systematik.....	39
5.6.2	Sensibilität und Vitalität der Oberkieferzähne.....	39
5.6.3	Sensibilität der Gingiva	42
5.6.3.1	Pinprick-Test – protopathische Sensibilität.....	42
5.6.3.2	Statische Zwei-Punkte-Diskrimination – epikritische Sensibilität	44
6	Diskussion	45
6.1	Parästhesien	45
6.2	Nebenbefunde.....	46
6.3	Sensibilität und Vitalität der Oberkieferzähne.....	47
6.3.1	Sensibilität.....	47
6.3.2	Vitalität	50
6.4	Sensibilität der Gingiva.....	52
7	Schlussfolgerung und Zusammenfassung	56
8	Literaturverzeichnis	58
9	Anhang	64
9.1	Patientenfragebogen	64
9.2	Untersuchungsprotokoll.....	65

1 Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen

2PD	statische Zwei-Punkte-Diskrimination
A	Konstante
A	Gruppe A
Abb.	Abbildung
ANOVA	analysis of variance
B	Gruppe B
<i>B</i>	Regressionskoeffizient
C	Gruppe C
ca.	circa
$\text{Exp}(B)$	Exponential des Regressionskoeffizienten, Odds Ratio
H_0	Arbeitshypothese, Nullhypothese
H_1	Alternativhypothese
mm	Millimeter
n	Anzahl
N.	Nervus
n. s.	nicht signifikant
<i>o</i>	Chance (Odds)
P	patientenbezogen
p	Wahrscheinlichkeit
Reg. Koeff. <i>B</i>	Regressionskoeffizient <i>B</i>
s.	signifikant
SD	Standardabweichung
Sig.	Signifikanz
Syn.	Synonym
v.	von
X	Konfounder
Z	zahnbezogen
α	Signifikanzniveau

2 Einleitung

2.1 Einführung

Die Le Fort-I-Osteotomie wird innerhalb der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie in die orthognathe Chirurgie eingeordnet. Dieses Teilgebiet beschäftigt sich mit der Korrektur von angeborenen oder erworbenen Dysgnathien und Dysplasien der Kiefer-Gesichts-Region. Ziel ist es, die harmonische Relation der Kieferbasen zueinander und zum Viszerocranium herzustellen und eine stabile, ungestörte Okklusion und funktionelle Artikulation zu sichern. Dies soll sowohl der optimalen Nahrungsaufnahme als auch ästhetischen Belangen genügen und die Lebensqualität des Patienten verbessern.

Die Anfänge der Le Fort-I-Osteotomie reichen bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurück. Die Mobilisation des Oberkiefers wurde 1859 von B. v. LANGENBECK [2] und folgend 1898 von PARTSCH beschrieben. 1927 wurde von M. WASSMUND erstmals der menschliche Oberkiefer mit dem alleinigen Ziel, eine traumatisch bedingte Fehlstellung zu beheben, osteotomiert. Eine zusätzliche sagittale Spaltung von Prämaxilla und Maxilla wurde 1934 von AXHAUSEN durchgeführt. Heute stellt die Le Fort-I-Osteotomie ein Standardverfahren der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie dar. Dazu trugen vor allem die Beschreibungen von H. OBWEGESER [33] aber auch Erkenntnisse, die seit 1970 aus der Grundlagenforschung gewonnen wurden, bei. In Tierstudien wurden nicht nur Veränderung der Zahnpulpa und Zahnvitalität [39], sondern auch die Qualität und Quantität der Reinnervation nach Segmentosteotomie [22] untersucht und von W.H. BELL zwischen 1969 und 1975 die Revaskularisierung der Maxilla nach Le Fort-I-Osteotomie [6] beschrieben.

Skelettale Deformitäten, die einer chirurgischen Intervention bedürfen, werden mit unterschiedlicher Prävalenz angegeben. So muss z.B. die Klasse-II-Malokklusion, die eine der häufigsten Anomalien ist (13% der Erwachsenen [40]), in 20-40% der Fälle operativ korrigiert werden [19]. Allein in der Klinik für Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin werden pro Jahr bis zu 50 Le Fort-I-Osteotomien durchgeführt. Dem zu folge ist die Frage nach möglichen Folgebeschwerden, deren Prävalenz und der Kategorisierung von Risikofaktoren stets von großer Bedeutung.

Daher wird nachfolgend die anatomische Komplexität der Oberkieferregion dargestellt und chirurgische sowie empirische Grundlagen betrachtet.

2.2 Anatomie der Oberkieferregion

2.2.1 Differenzierung zwischen Prämaxilla und Maxilla

Die *Prämaxilla* (*Os incisivum*) entspricht dem Bereich des primären Gaumens, welcher sich in der Embryonalentwicklung durch Verschmelzung der medianen Nasenwülste bildet und den Bereich der vier Schneidezähne bis zum Foramen incisivum einschließt. Der sekundäre Gaumen entwickelt sich durch die beiden Gaumenfortsätze der Oberkieferwülste und wird nach Verknöcherung als *Processus palatinus* des *Os maxillare* (*Maxilla*) bezeichnet (Abb. 1). Die Vereinigung von primärem und sekundärem Gaumen erfolgt zwischen der 9. und 12. Schwangerschaftswoche. Die *Sutura incisiva* markiert die Grenze zwischen beiden Strukturen.

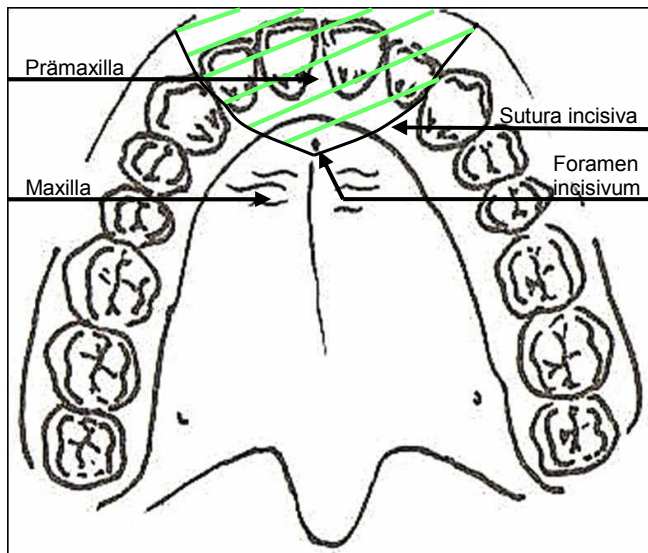


Abb. 1: Prämaxilla und Maxilla

2.2.2 Innervation des Oberkiefers

Die Innervation erfolgt durch den Nervus maxillaris, dem zweiten Hauptast des Nervus trigeminus. Die sympathischen Nervenfasern verlaufen mit den Blutgefäßen.

Innervation der Zähne

Die Zähne des Oberkiefers werden durch die Nervi alveolares superiores aus dem Nervus maxillaris sensibel innerviert (Abb. 2). Die Nervi alveolares superiores bilden gemeinsam den Plexus dentalis superior. Dieser versorgt mit den Rami dentales die einzelnen Zähne mit einem überlappenden Minimal- und Maximalversorgungsgebiet. Die Inzisivi und Canini werden vornehmlich von den Nervi alveolares superiores

Einleitung

anteriores, die Prämolaren hauptsächlich von den Nervi alveolares superiores medii und die Molaren von den Nervi alveolares superiores posteriores innerviert.

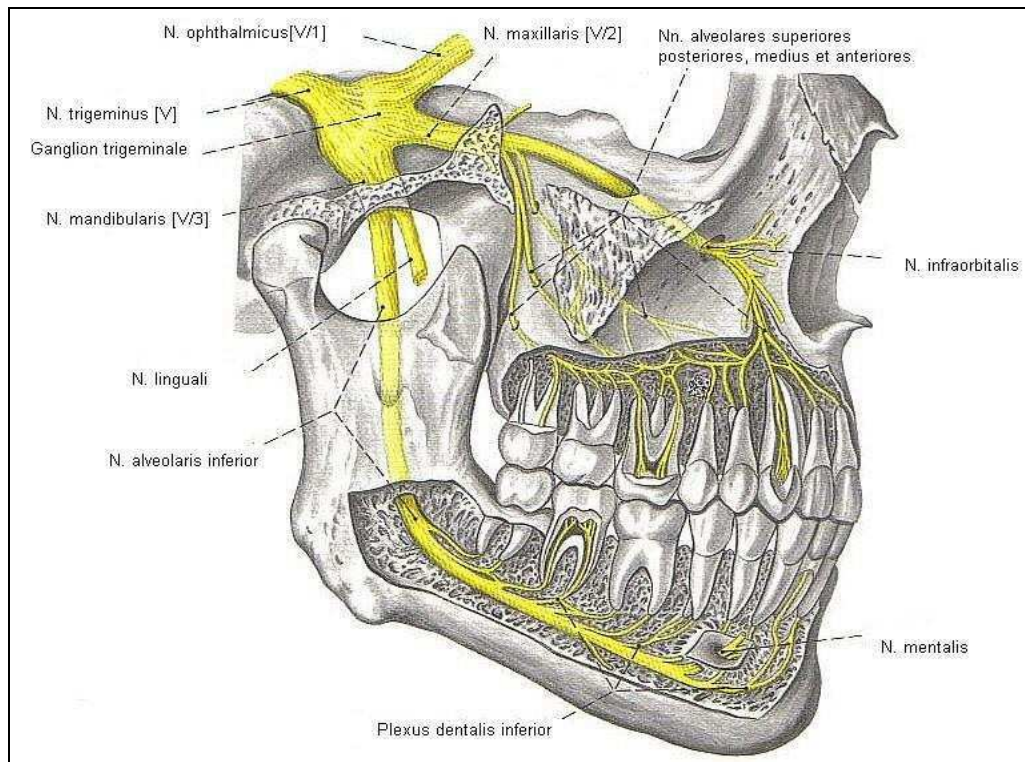


Abb. 2: Nervus Trigeminus, modifiziert nach [44]

Die sensiblen Fasern ziehen durch das Foramen apicale in die Zahnpulpa. Sie sind vornehmlich protopathisch und registrieren Schmerzempfindungen. Bei den Nozizeptoren unterscheidet man A δ - und C-Fasern voneinander. Die A δ -Fasern sind myelinisiert, haben eine Leitungsgeschwindigkeit von mehr als 30 m/s und leiten helle, genau lokalisierbare Schmerzempfindungen. Dumpfe, lang anhaltende und sich über Kiefer und Gesicht ausbreitende Schmerzen werden mit den dünnen C-Fasern (Leitungsgeschwindigkeit < 2 m/s) in Verbindung gebracht. Die C-Fasern haben eine höhere Reizschwelle als die A δ -Fasern. Reize, die sie erregen, sind z.B. starkes Erhitzen oder Abkühlen des Zahnes. Schmerzauslösende Reize können physikalischer oder chemischer Natur sein. Bei der Erregungsleitung werden die hydrodynamische Theorie, eine direkte Konduktionstheorie und die Transduktionstheorie diskutiert [43]. Die hydrodynamische Theorie lässt sich am leichtesten erklären. Es kommt wegen einer schnellen Temperaturänderung oder osmotischen Reizen zu einer Flüssigkeitsbewegung in den Dentinkanälchen, mit nachfolgender Stimulation der Nervenfasern im Bereich der Pulpa-Dentin-Grenze.

Innervation der Gingiva, Mukosa, Oberlippe und der Infraorbitalregion

Die Gingiva wird von den Nervi alveolares superiores bzw. von Ästen, die den Plexus dentalis superior verlassen, innerviert. Dies sind die Rami gingivales superiores. Die Schleimhaut des primären Gaumens, direkt posterior der Inzisivi wird vom Nervus nasopalatinus, einem Ast des Nervus maxillaris versorgt. Die restlichen Anteile des harten Gaumens innerviert der Nervus palatinus major. Die bukkale Mukosa wird von kleinen terminalen Ästen des Nervus buccalis (abgehend vom Nervus mandibularis) innerviert.

Die obere Lippe wird von den Rami labiales superiores und die Regio infraorbitalis vom Nervus infraorbitalis sensibel versorgt.

2.2.3 Vaskularisierung des Oberkiefers

Die arterielle Versorgung der Zähne und der Gingiva wird vor allem über die Arteria maxillaris gewährleistet. Diese bildet mit ihren Endästen, der Arteria alveolaris superior posterior und der Arteria alveolaris superior anterior den Plexus dentalis superior. Das Versorgungsgebiet des Plexus dentalis grenzt im Bereich des Gaumens an das der Arteria palatina major et minor. Vom Blutgefäßplexus ziehen die Rami dentales durch die Lamina cribrosa der Alveole zu den Zähnen. Sie versorgen auch das Desmodont (Rami peridentales) und die Gingiva. Interdental findet man die Arteriae interalveolares und interradiculares. Eine weitere Blutversorgung der Gingiva wird über periostale Äste der Arteria buccalis und der palatinalen Arterien sichergestellt.

Die Zahnpulpa ist stark vaskularisiert und bildet ein funktionelles Endstromgebiet. Venolen und Venen verlassen die Pulpenkammer am Apex entlang der eindringenden Arterien [43].

Der dentale Blutgefäßplexus bildet über die Arteria nasalis lateralis eine Anastomose mit der Arteria nasociliaris und ophthalmica. Des Weiteren anastomosiert der Plexus über die Arteria infraorbitalis zur Arteria facialis, von dort nach kranial innen zur Arteria ophthalmica oder nach kaudal außen zur Arteria carotis externa. Diese Verbindung wird auch als äußerer Kranz der Blutversorgung der Oberkieferzähne bezeichnet. Der so genannte innere Kranz der Blutversorgung wird von der Arteria palatina descendens, die über die Arteria palatinus major und die Arteria nasopalatina über das Foramen incisivum mit der Arteria nasalis septi eine Anastomose schließt und Blut zur Arteria sphenopalatina leitet, gebildet.

2.2.4 Dentale Sensibilität und Vitalität

Die *Sensibilität* beruht auf einer intakten Nervenversorgung. Zur Bestimmung bieten sich elektrische oder thermische Sensibilitätstests an. Ein positives Ergebnis zeigt, dass die Nerverfasern funktionsfähig sind. Es wird damit aber keine Aussage über die Blutzirkulation getroffen.

Die *Vitalität* der Pulpa hängt von der intakten Blutversorgung ab. Zum Nachweis dienen nicht invasive Testmethoden wie die Laser Doppler Flowmetry oder die Pulsoximetrie sowie die invasive Probetrepanation. Zu beachten ist, dass die Sensibilität trotz bestehender Vitalität ausfallen kann. Der umgekehrte Fall ist jedoch nicht möglich, da Nervenfasern ohne Sauerstoffversorgung zu Grunde gehen.

Sichere Zeichen für eine totale Pulpanekrose sind: die klinische Symptomatik einer Parodontitis apicalis acuta (negative Reaktion auf den Sensibilitätstest und zusätzlich vertikale Perkussionsempfindlichkeit), einer vorliegenden Parodontitis apicalis chronica (negative Reaktion auf den Sensibilitätstest und röntgenologische diagnostizierte periapikale Aufhellung) oder die Symptome eines apikalen Abszesses (negative Reaktion auf den Sensibilitätstest und zusätzlich vertikale Perkussionsempfindlichkeit, Druckdolenz, Schwellung oder Fistel) sowie die graue Verfärbungen des Zahnes in Kombination mit einem dieser Befunde.

Als unsichere Zeichen gelten: fehlende Reaktion auf die Sensibilitätsprüfung ohne mindestens einen der oben genannten Nebenfunde; die Verfärbung der Zahnkrone oder das radiologische Bild einer periapikalen Osteolyse ohne weitere, die Diagnose sichernde Befunde.

2.3 Indikation

Bei der Standardversion der Le Fort-I-Osteotomie wird der Oberkiefer an der facialen Kieferhöhlenwand, dem Processus zygomaticoalveolaris, der dorsolateralen und medialen Kieferhöhlenwand, am Septumtisch und am Processus pterygoideus, entlang der Le Fort-I-Ebene abgelöst und im Sinne der Down fracture nach kaudal mobilisiert (Abb. 3 b, c, d und e). Möglich sind Verlagerungen nach kranial, kaudal, ventral (Abb. 3 f), in eingeschränktem Maße nach dorsal, Rotationen, Schwenkbewegungen und Segmentierung.

Zur Expansion des Oberkiefers kann die Le Fort-I-Osteotomie durch eine median-sagittale Spaltung ergänzt werden. Der Zahnbogen wird symmetrisch oder nur anterior bzw. posterior erweitert oder verengt.

Einleitung

Für die Standardversion der Le Fort-I-Osteotomie und ihrer Varianten ergibt sich die Indikation bei:

- Maxillärer Prognathie (Syn.: Antemaxillie)
- Maxillärer Retrognathie (Syn.: Retromaxillie)
- Vertikaler maxillärer Hypoplasie und Hyperplasie
- Transversaler maxillärer Hypoplasie und Hyperplasie
- Maxillärer Mikrognathie
- Unilateraler maxillärer Asymmetrie

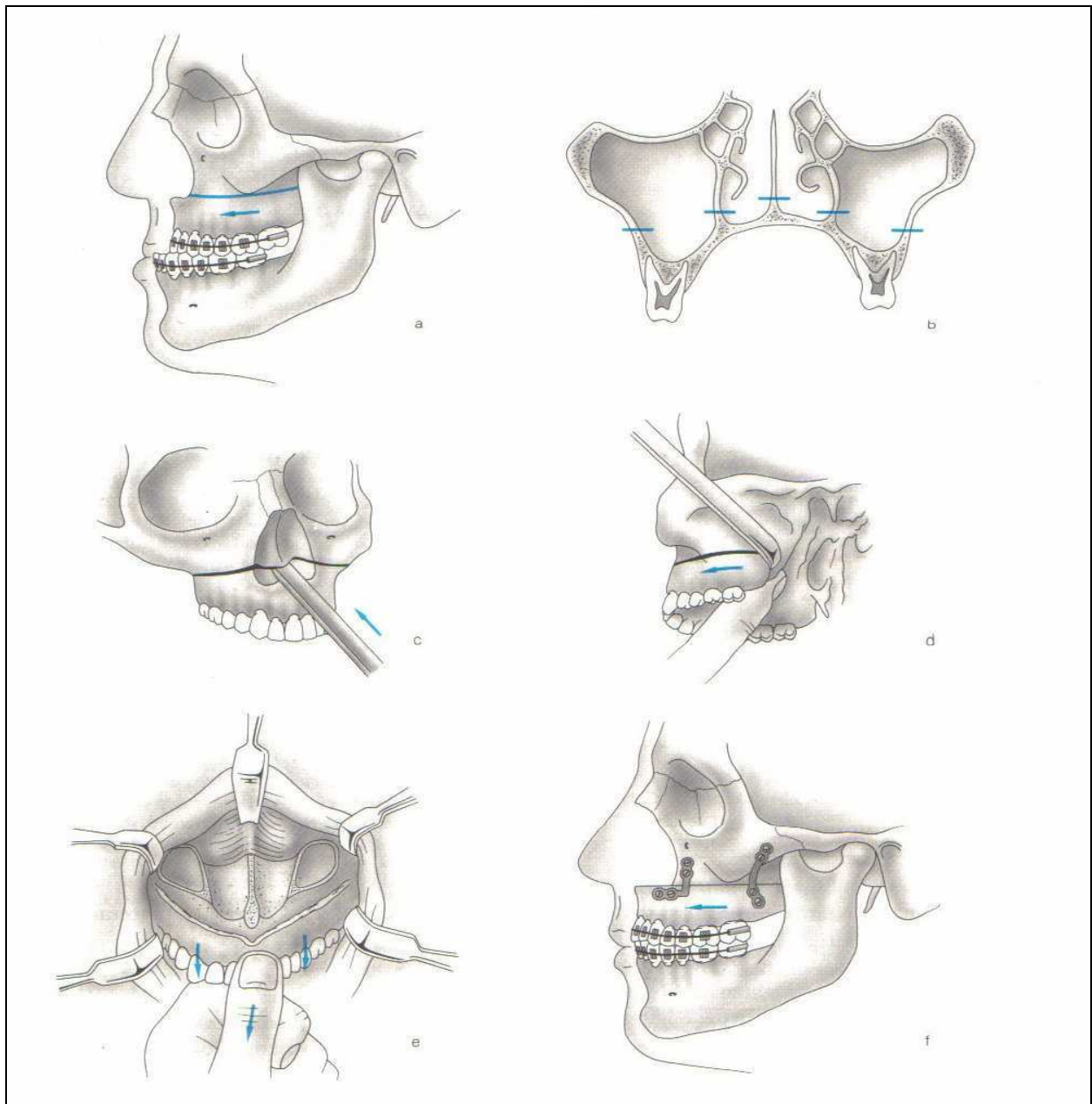


Abb. 3: Vorverlagerung der Maxilla [2]

2.4 Komplikationen und Misserfolge

Nach KRAMER et al. und DE MOL VAN OTTERLOO et al. liegt das Risiko eine Komplikation zu erleiden bei 6,4% bis 9,0% [13,28].

Das Spektrum erstreckt sich von Rezidiven, unerwünschten anatomischen Folgeerscheinungen wie Deviationen des Nasenseptums (1,6%) oder ausbleibender ossärer Regeneration (1,0%), über transfusionspflichtige Blutungen bei Schädigung der Arteria maxillaris (1,1%), bis hin zu Ischämien mit folgender aseptischer Nekrose oder Gingivarezessionen. Weitere Komplikationen können Infektionen sein (1,1%), die zu Abszessen oder einer Sinusitis maxillaris führen [28].

Primär ist mit einer Unterbrechung der sensiblen Versorgung der Zähne und größerer Areale der Schleimhaut der Maxilla und Prämaxilla zu rechnen, wobei die Sensibilität nach einiger Regenerationszeit meist zurück erlangt wird [12,26,28,29,45]. Davon abzugrenzen sind bleibende An-, Hyp- und Parästhesien im Bereich der verletzten Nerven [13].

Die Zahnsensibilität wird häufig untersucht, dabei sind elektrische und thermische Tests Mittel der Wahl [1,12,35,42,49]. VEDTOFTE & NATTESTAD beschreiben zusätzlich den Einfluss der sagittalen und vertikalen Transposition des Oberkiefers nach Osteotomie [49]. Weiterhin wird in der Literatur über das Risiko direkter Zahnschäden durch osteotomiebedingte Verletzungen der Wurzeln berichtet. Diese sind bei vertikalen Knochenschnitten viermal häufiger als bei horizontalen [2].

Der Verlust der Zahnvitalität ist nach Literaturangaben selten (0,2% bis 2,97%) [16,29,35,49]. Mit Veränderungen der Sensibilität an der oralen Mukosa beschäftigen sich Arbeiten von AL-DIN et al. [1], DE JONGH et al. [12] und ROSENBERG & SAILER [42]. Für die Regeneration der epikritischen Sensibilität unter Berücksichtigung der statischen Zwei-Punkte-Diskrimination finden sich, obwohl Versuchsreihen veröffentlicht wurden, kaum verwendbare Ergebnisse [12].

Lücken und Unstimmigkeiten in der gesichteten Literatur lassen sich wie folgt zusammenfassen: häufig kleines Patientenkollektiv, der Nachuntersuchungszeitraum ist selten größer als drei Jahre postoperativ, unzureichende Beachtung von Risikofaktoren, der Einfluss des Ausmaßes des Osteotomiespaltes bei Transposition und Expansion wird nicht miteinbezogen, für die statischen Zwei-Punkte-Diskrimination fehlen Angaben zu Normwerten nicht operierter Probanden.

3 Aufgabenstellung

Bei der Le Fort-I-Osteotomie kommt es in der Regel zu einer Durchtrennung der Nervi alveolares superiores und des Nervus nasopalatinus. Dies gilt auch für die gleichnamigen Arterien. Der Kontinuitätsverlust verstärkt sich dadurch, dass nach der Down fracture der Oberkiefer beliebig bewegt und somit vertikal, horizontal und sagittal verschoben oder rotiert werden kann.

Die Arteria palatina major und der gleichnamige Nerv sollten nach Möglichkeit nicht durchschnitten werden. Der Nervus infraorbitalis ist zu schonen. Trotzdem kann es bei der Bewegung des Oberkieferknochens zu einer starken Dehnung oder Verletzung mit folgender An-, Hyp- oder Parästhesie kommen.

In wie weit findet postoperativ eine Regeneration statt oder ist die Gefahr eines Vitalitätsverlustes der Zähne und Sensibilitätsverlustes von Zähnen und Gingiva gegeben?

Diese Frage ist auch in Hinsicht auf andere Operationen, die den Bereich des primären Gaumens betreffen, von großem Interesse. Im Zusammenhang mit der Septorhinoplastik wurden in den vergangenen Jahren ähnliche Komplikationen beschrieben [24,30,41].

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Fragen nach der Prävalenz von Vitalitätsverlusten der Zähne und Sensibilitätsstörungen von Zähnen und Gingiva sowie subjektiven Folgebeschwerden zu beantworten und den Einfluss einer median-sagittalen Spaltung mit Expansion des primären und sekundären Gaumens zu untersuchen. An der Gingiva werden die protopathische und die epikritische Sensibilität analysiert, wobei letztere mit den Normalwerten einer nicht operierten Kontrollgruppe verglichen wird.

Zur weiteren Risikoabschätzung sollen Beobachtungen aus dem klinischen Alltag diskutiert werden, nach denen das Patientenalter sowie das Ausmaß der Transposition und Expansion einen negativen Einfluss auf die Regeneration haben. Es wird geprüft, ob ein positiver Raucherstatus zu einer Potenzierung führt.

Aufgabenstellung

Dafür werden zwei Arbeitshypothesen aufgestellt:

1. $H_{0/1}$: Vitalitätsverluste der Zähne und Sensibilitätsverluste von Zähnen und Gingiva sind stochastisch unabhängig von:
 - a) einer zusätzlichen Expansion nach median-sagittaler Spaltung des Oberkiefers
 - b) einem höheren Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation
 - c) dem Raucherstatus
 - d) einer Zunahme des Ausmaßes der Transposition der Prämaxilla/Maxilla in der Vertikalen und Sagittalen
 - e) einer Zunahme des Ausmaßes der Expansion

2. $H_{0/2}$: Die Mittelwerte der Untersuchung der epikritischen Sensibilität bei operierten und nicht operierten gesunden Patienten sind identisch.

Die Alternativhypothesen $H_{1/1}$ und $H_{1/2}$ sind jeweils die Verneinungen.

4 Material und Methode

4.1 Arbeitsmethodik

Einen kurzen, schematischen Überblick zum Arbeitsablauf gibt Abb. 4:

Baustein	Inhalt
Datengewinnung	Analyse der: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Krankengeschichten ▪ Modelle ▪ Operationsprotokolle ▪ Fragebögen zur Anamnese ▪ Fragebögen zur Einschätzung der Folgebeschwerden ▪ Untersuchungsprotokolle des Cavum oris
Untersuchte Region	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oberkieferzähne ▪ Gingiva der Maxilla und Prämaxilla, vestibulär/bukkal, palatinal
Untersuchungsmethoden	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zähne: Kältetest, Beurteilung der Vitalität ▪ Gingiva: Pinprick-Test, statische Zwei-Punkte-Diskrimination
Datenanalyse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prüfung der Unterschiede zwischen den Gruppen A, B, (C) ▪ Analyse des Einflusses der Konfoundern „Gruppe“, „Alter“, „Raucherstatus“ auf das gewonnene Ergebnis ▪ Darstellung des Einflusses des Ausmaßes der Transposition und Expansion auf die Gesamtheit der operierten Patienten

Abb. 4: Material und Methode

Im Folgenden werden alle Zahlenwerte auf zwei Stellen hinter dem Komma gerundet, Prozentangaben auf eine Stelle. Bei ≥ 5 wird aufgerundet.

+ steht für: Ergebnis positiv/ normale Sensibilität/ vital,

- steht für: Ergebnis negativ/ verminderte Sensibilität/ devital.

4.2 Patientenstamm

In der klinischen Studie werden Patienten der Klinik für Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin untersucht, die sich zwischen den Jahren 2003 und 2007 einer Le Fort-I-Operation oder einer Le Fort-I im Rahmen einer bimaxillären Umstellungsosteotomie, jeweils mit oder ohne sagittaler Spaltung und anschließender Expansion, unterzogen haben.

Das Kollektiv besteht aus 69 Patienten, welche mittelwertig 54,68 Monate (+/-13,82) postoperativ untersucht werden. Es handelt sich hierbei um 46 Frauen und 23 Männer mit einem durchschnittlichen Alter von 30 Jahren (16 bis 57 Jahre) zum Zeitpunkt der Operation.

Die Patienten werden in zwei Gruppen eingeteilt. Bei Gruppe A wurde eine Le Fort-I-Osteotomie durchgeführt ($n_A = 36$). Bei Gruppe B wurde der Oberkiefer zur Expansion zusätzlich in der Medianebene gespalten ($n_B = 33$). Die Verteilung der Patienten auf die beiden Untersuchungsgruppen A und B ist in Tabelle 1 dargestellt. Das mittlere Alter in Gruppe B ist 7,2 Jahre höher als in A.

Insgesamt werden 881 Zähne auf Sensibilität und Vitalität geprüft. Bei allen Patienten wird die Gingiva untersucht.

Tabelle 1: Patientenstamm Gruppe A, Gruppe B, (SD = Standardabweichung)

Patientenstamm	Gruppe A	Gruppe B
Anzahl Patienten	36	33
Anzahl der Zähne	465	416
Anzahl der Inzisivi	129	129
Anzahl der Canini	71	64
Anzahl der Prämolaren	125	96
Anzahl der Molaren	140	127
Geschlechterverteilung	27 ♀, 9 ♂	19♀, 14♂
Raucherstatus positiv	14	10
Durchschnittsalter(Jahre) bei Operation (SD)	26,11 (+/-8,41)	33,30 (+/- 10,11)

Unter den Untersuchten befinden sich 18 Patienten, die im Rahmen einer bimaxillären Osteotomie operiert wurden. Bei drei Patienten wurde im Vorfeld eine Lippen-Kiefer-Gaumenspalte geschlossen.

Eine Kontrollgruppe ($n_C = 34$) von gesunden, freiwilligen Probanden, die sich noch nie einer mund-, kiefer-, gesichtschirurgischen Operation unterzogen haben, wird für die Untersuchung der statischen Zwei-Punkte-Diskrimination herangezogen, da hier eine metrische Größe erhoben wird, die mit einem Normwert verglichen werden soll.

Gruppe C setzt sich aus 21 Frauen und 13 Männern ohne vorherigen mund-, kiefer-, gesichtschirurgischen Eingriff zusammen. Das Durchschnittsalter beträgt 33 Jahre (16 bis 54 Jahre). Neun Probanden sind Raucher. (Tabelle 2)

Tabelle 2: Probanden Gruppe C,
(SD = Standardabweichung)

Patientenstamm	Gruppe C
Anzahl der Probanden	34
Geschlechterverteilung	21♀, 13♂
Raucherstatus positiv	9
Durchschnittsalter (Jahre) bei Operation (SD)	33,05 (+/- 10,76)

4.3 Operationsmethode

Die in der Klinik für Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin verwendete Operationsmethode hat sich seit 2003 nicht verändert und wird unabhängig vom Operateur kontinuierlich nach dem gleichen Schema durchgeführt.

Nach abgeschlossener Planung erfolgt die stationäre Aufnahme einen Tag vor der Operation. Im Anschluss an den Zahnfleischrandschnitt mit lateraler Entlastung in Regio 16 und 26 wird die Maxilla mit der Apertura piriformis beidseits der Spina nasalis anterior dargestellt, die Nasenschläuche präpariert und von dem Oberkiefer abgelöst.

Zur Sicherung der Kieferrelation zum Gesichtsschädel werden ein Zentriksplint und Positionierungsplatten verwendet. Nach Entfernung der Platten, wird die Prämaxilla/Maxilla in der Le Fort-I-Ebene osteotomiert. Es folgt die Durchtrennung am Processus pterygoideus und am Septumtisch.

Material und Methode

Unter beidseitiger Schonung des Nerven-Gefäßbündels der Arteriae palatinae wird die Down fracture vollzogen (Abb. 5, Abb. 6).



Abb. 5: Schonung des Nerven-Gefäßbündels

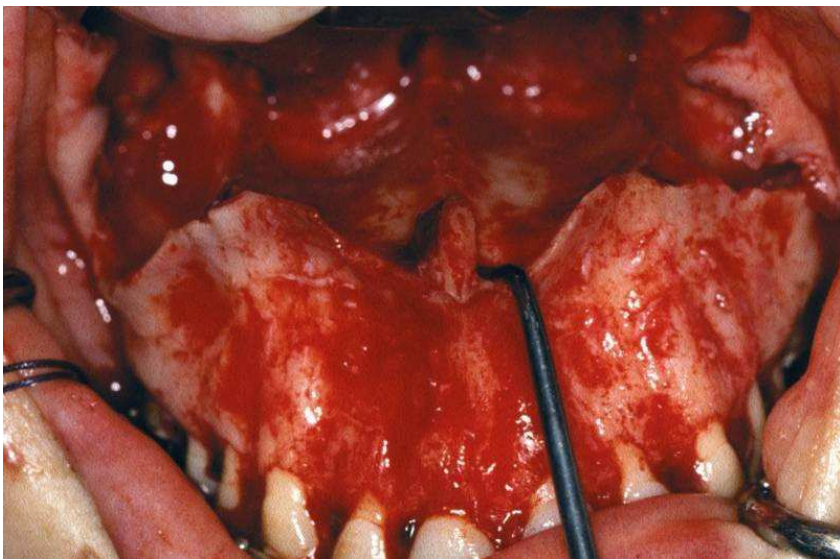


Abb. 6: Down fracture des Oberkiefers

Falls notwendig kann nun die sagittale Spaltung erfolgen. Die Gaumenschleimhaut wird präpariert, um die gewünschte Expansion zu ermöglichen. Der Operationssplint wird eingebracht und weitere Knochenkanten geglättet, bis unter kontinuierlicher Prüfung der Lage die präoperativ geplante Position des Oberkiefers erreicht wird. Mittels Positionierungsplatten und Osteosyntheseplatten erfolgt die Fixierung. Anschließend werden die Positionierungsplatten und der Operationssplint wieder entfernt. Der Knochenspalt kann, wenn notwendig, mit intraoperativ gewonnenem, autogenem Knochen aufgefüllt werden.

4.4 Krankengeschichten, Modelle und Operationsprotokolle

Durch Auswertung der Krankengeschichte können Informationen zum Geschlecht, Alter, präoperativem klinischem und röntgenologischem Befund, Diagnose, Operationsmethode, postoperativem Verlauf und postoperativen Komplikationen gewonnen werden.

An den präoperativ angefertigten Modellen der Patienten lassen sich die geplanten Bewegungen des Oberkiefers in den drei Raumebenen und das Ausmaß der Transposition bzw. der Expansion ablesen. Je Patient und Raumebene wird der höchste Wert für die Berechnungen herangezogen.

Das Operationsprotokoll wird hinsichtlich des Operationsverlaufes und eventueller intraoperativer Komplikationen analysiert. Die Daten werden gemäß des Protokolls (Punkte 1-2, Abschnitt 9.2) erfasst.

4.5 Anamnese

Vor Beginn der Untersuchung werden alle Patienten gebeten, Angaben zu ihrer Eigenanamnese und speziellen Anamnese zu machen. Für die Eigenanamnese (aktuelle Medikation, Lebensgewohnheiten, systemische Erkrankungen, jüngster Zahnarztbesuch) wird vom Patienten ein Formblatt ausgefüllt. (Punkte 1-4, Abschnitt 9.1) Die spezielle Anamnese (Krankengeschichte prä- und postoperativ, aktuelle Beschwerden) wird durch ein persönlich-mündliches Interview erhoben.

4.6 Patientensubjektive Angaben zu Parästhesien

Mit Hilfe eines schriftlichen, quantitativen Fragebogens werden Angaben über extraorale und intraorale Sensibilitätsstörungen im Oberkieferbereich und Veränderungen an den Oberkieferzähnen gemacht und gegebenenfalls die Lokalisation und Qualität benannt.

Dabei werden geschlossene und halboffene Fragen verwendet. Vorgegebene Antwortmöglichkeiten werden in einer Categorieskala angeboten. Mehrfachnennungen sind möglich. (Punkte 5-6, Abschnitt 9.1)

4.7 Nebenfunde

Dokumentiert werden Angaben, die unter Punkt sieben des Patientenfragebogens gemacht werden und Befunde, die während der Untersuchung auffallen aber nicht den folgenden Abschnitten des Untersuchungsprotokolls zuzuordnen sind.

4.8 Untersuchung des Cavum oris

4.8.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Erfasst wird: der Zahnstatus, der Röntgenbefund, die Sensibilität der Gingiva.

Es werden alle Zähne von der Datenerfassung ausgeschlossen, die präoperativ eine Wurzelkanalbehandlung erhalten haben. Implantate werden nicht untersucht.

Zähne, die Kronen oder Veneers tragen werden dokumentiert.

Der Ablauf der Untersuchung richtet sich streng nach dem Untersuchungsprotokoll. (Punkte 3-4, Abschnitt 9.2)

4.8.2 Sensibilität und Vitalität der Oberkieferzähne

Zur Untersuchung der Sensibilität wird ein Kältetest mit dem „Kältespray Pfefferminzgeschmack“ (-45°C) der Firma Omnident Dental (Omnident Dental-Handelsgesellschaft mbH, Gutenbergring 7-9, D-63110 Rodgau / Nieder-Roden, Deutschland) mit den Inhaltsstoffen n-Butan/iso-Butan 10-40%, Propan 60-90% und Ethanol < 3% verwendet. Es wird 3 s auf ein #2 Schaumstoffpellet aufgetragen und für circa 10 s an der Stelle auf den Zahn gebracht, an der der Zahnschmelz am dünnsten ist (an der Inzisalkante, am Zahnhals oder bei Molaren am mesiobuccalen Höcker [20]).

Alle Zähne, die nicht sensibel reagieren und:

- postoperativ eine Wurzelkanalbehandlung erhielten
 - bei denen vom Hauszahnarzt röntgenologisch eine apikale Aufhellung diagnostiziert wurde
 - die vertikale Perkussionsempfindlichkeit zeigen
 - grau verfärbt sind
- werden als devital angesehen.

4.8.3 Sensibilität der Gingiva

4.8.3.1 Pinprick-Test – protopathische Sensibilität

Zur Überprüfung der protopathischen Sensibilität der Gingiva der Prämaxilla und der Maxilla, wird die Schleimhaut im Bereich der seitlichen und mittleren Schneidezähne, der Prämolaren und Molaren beidseits palatinal und vestibulär/bukkal (Abb. 7, Abb. 8) mit einer spitzen zahnärztlichen Sonde perforiert.

Der Patient wird gebeten anzugeben, ob er den Stimulus als „spitz“, „dumpf“ oder gar nicht wahrnimmt. Die Wertung „spitz“ gilt als Indikator für die intakte Schmerzleitung über die A δ -Fasern.

In diesem Sinne werden Areale mit:

- + = positiver Reaktion
- = abgeschwächter Reaktion (Hypalgesie)
- 0 = ohne Reaktion (Analgesie)

unterschieden.

Nach GREENSPAN & MCGILLIS werden Sonden mit einem Spitzendurchmesser von $< 0,4$ mm und einem Winkel $< 120^\circ$ zwischen Arbeitsteil und Griff verwendet, um mit minimaler Kraft arbeiten zu können [21].

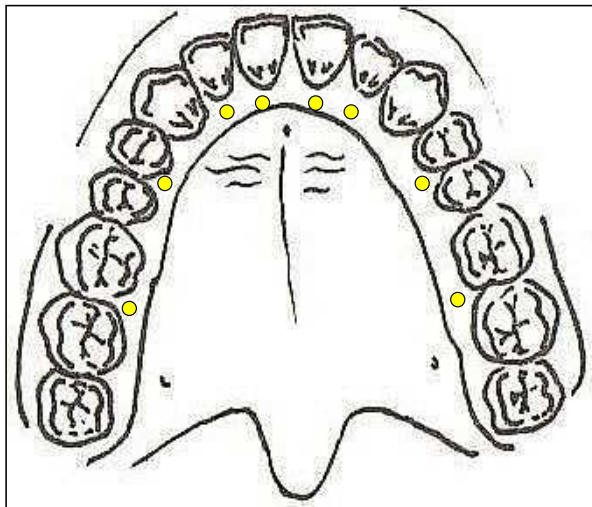


Abb. 7: Untersuchungspunkte palatinal

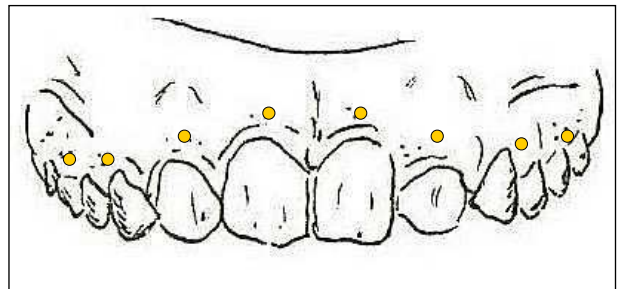


Abb. 8: Untersuchungspunkte vestibulär/bukkal

4.8.3.2 Statische Zwei-Punkte-Diskrimination – epikritische Sensibilität

Die statische Zwei-Punkte-Diskrimination (2PD) ist ein Testverfahren, welches den minimalen Abstand untersucht, der nötig ist, um die Berührung von zwei abgerundeten Spitzen gerade noch als getrennt wahrzunehmen.

Beim liegenden Patienten wird im Bereich der Prämaxilla mit Hilfe des Greulich-Sterns (Abb. 9) vestibulär und palatinal der Messwert in Millimetern bestimmt. Dabei wird das Messinstrument ohne Druck aufgesetzt. Es soll nicht zur Ischämie des Gewebes kommen.

Der Greulich-Stern besitzt Paare von stumpfen Stäbchen, die in einem gewissen Millimeterabstand, beginnend bei 2 mm, zueinander stehen.

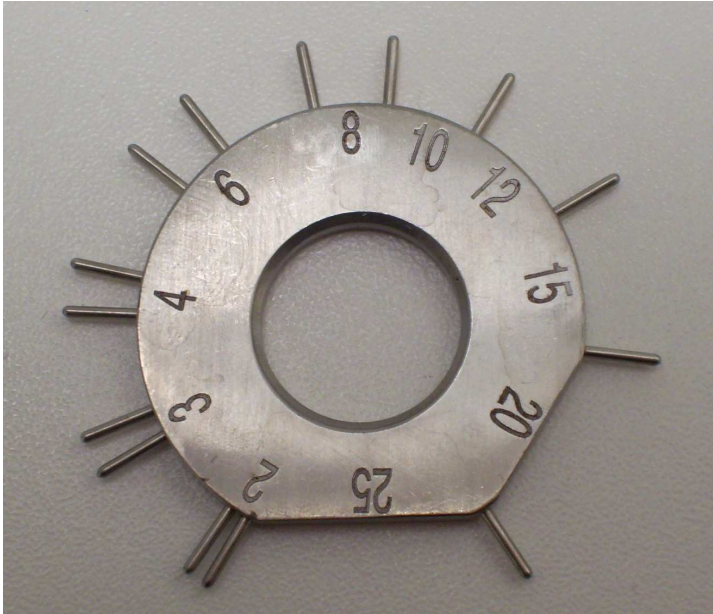


Abb. 9: Greulich-Stern

Die Reihenfolge des Abstandes wird zufällig gewählt. Der Versuch wird dreimal durchgeführt. Bei zwei gleichen von drei Antworten wird das Ergebnis notiert.

Die Ergebnisse von Gruppe A und Gruppe B werden mit den in der Kontrollgruppe C ermittelten Werten verglichen, um Aussagen zu Unterschieden gegenüber Patienten, die sich keinem Eingriff im Mund-, Kiefer-, Gesichtsbereich unterzogen haben, treffen zu können.

4.9 Statistische Analyse

Um die zu beantwortenden Hypothesen zu überprüfen werden der Chi-Quadrat-Test, die logistische Regression, das lineare Modell und die einfaktorielle Varianzanalyse verwendet [3,8,48].

Systematik der Analyse:

1. Zuerst werden die Unterschiede zwischen den Gruppe A, B, C für die jeweiligen Untersuchungsmethoden überprüft.
2. Anschließend werden die Konfounder „Gruppe“, „Alter“ und „Raucherstatus“ im Modell berücksichtigt, um zu klären, welcher Zusammenhang zwischen diesen Faktoren und der Zielgröße besteht.
3. Folgend wird der Einfluss des Betrages der Transposition und Expansion auf die Zähne und Gingiva der Gesamtheit aller operierten Patienten analysiert.

Material und Methode

Bei den Analysen wird zwischen *patientenbezogenen* und *zahnbezogenen* Auswertungen unterschieden. Bei den patientenbezogenen Untersuchungen liefert jeder Patient, bei der zahnbezogenen Auswertung jeder Zahn einen Fall. Im Folgenden werden die Auswertungsarten mit P (patientenbezogen) bzw. Z (zahnbezogen) gekennzeichnet.

Die verwendete Methode für die jeweilige Zielgröße stellt Abb. 10 dar.

- zu 1. Für die Gruppenvergleiche ohne Konfounder wird für die zahnbezogene Auswertungen der Sensibilität und Vitalität der Chi-Quadrat-Test verwendet. Die personenbezogene Auswertung des Pinprick-Tests erfolgt ebenfalls mit dem Chi-Quadrat-Test. Die 2PD wird personenbezogen mit der ANOVA (analysis of variance) ausgewertet.
- zu 2. Für die Gruppenvergleiche mit den Konfoundern wird für die zahnbezogene Auswertung der Sensibilität und Vitalität mit logistischer Regression gearbeitet. Die personenbezogene Auswertung des Pinprick-Tests erfolgt ebenfalls mit logistischer Regression. Bei der personenbezogenen Auswertungen der 2PD wird das lineare Modell genutzt.
- zu 3. Zur Betrachtung der Transposition/Expansion wird das Modell der Konfounderberücksichtigung auf Grund der zu geringen Fallzahl verlassen. Für die Analyse wird die Gesamtzahl aller operierten Patienten herangezogen. Statistische Methoden sind der Chi-Quadrat-Test und die Varianzanalyse.

	Zähne		Gingiva	
	Sensibilität	Vitalität	protopathische Sensibilität	epikritische Sensibilität
1. Gruppenvergleich ohne Konfounder	Chi-Quadrat-Test	Chi-Quadrat-Test	Chi-Quadrat-Test	Welch- Test, Tamhane-Test
2. Gruppenvergleich mit Konfounder	logistische Regression	logistische Regression	logistische Regression	lineares Modell
3. Einfluss von Transposition/Expansion ohne Konfounder	Chi-Quadrat-Test	Chi-Quadrat-Test	Chi-Quadrat-Test	Welch- Test, Tamhane-Test

Abb. 10: Übersicht über die statistischen Methoden für die Zielgrößen

5 Ergebnisse

5.1 Anamnese

Alle Patienten waren binnen der letzten 12 Monate vor der Nachsorgeuntersuchung bei ihrem Hauszahnarzt, 58 (84,1%) davon während des letzten halben Jahres.

24 (34,8%) der Patienten geben an täglich zu rauchen.

Eine Patientin unterzog sich kurz vor der Untersuchung einer Kieferhöhlenrevision linksseitig. Die Zähne des zweiten Quadranten dieser Patientin werden von der Nachuntersuchung ausgeschlossen.

5.2 Patientensubjektive Angaben zu Parästhesien

Wie aus Abb. 11 und Abb. 12 zu entnehmen ist, klagen 16 Patienten (44,4%) der Gruppe A und 10 (30,3%) der Gruppe B über Parästhesien im extraoralen Innervationsgebiet des N. infraorbitalis. Dabei geben für die Infraorbitalregion in Gruppe A acht (22,2%), B sechs (18,2%) und für die Oberlippe in Gruppe A acht (22,2%), Gruppe B vier (12,1%) der Patienten eine Sensibilitätsstörung im Sinne eines Kribbelns und/oder dumpfer Taubheit an.

Über intraorale Parästhesien berichten je Gruppe 15 (41,7%) und 16 (48,5%) Patienten. Vorkommen und Prävalenz der Missempfindungen verteilen sich gemäß Abb. 12.

Damit geben die untersuchten Patienten, die sich ausschließlich einer Le Fort-I-Osteotomie unterzogen, vermehrt extraorale Parästhesien an. In Gruppe B sind intraorale Sensibilitätsstörungen häufiger.

Zwölf (17,4%) Patienten heben hervor, dass diese Veränderungen eine Beeinträchtigung im Alltag, z. B. beim Essen, Sprechen und Küssen darstellen.

Ergebnisse

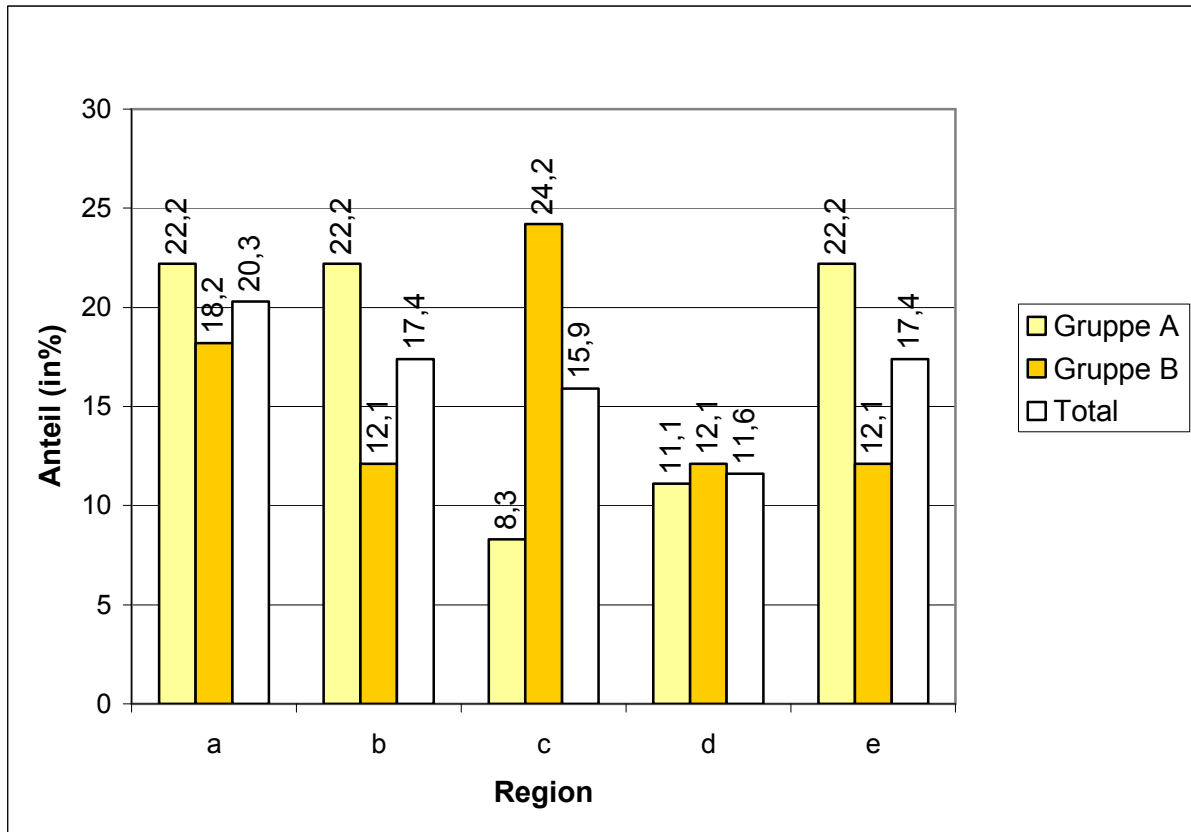


Abb. 11: Subjektive Parästhesien: a) Infraorbitalregion, b) Oberlippe, c) vestibuläre/bukkale Gingiva, d) Gaumenschleimhaut, e) Zähne

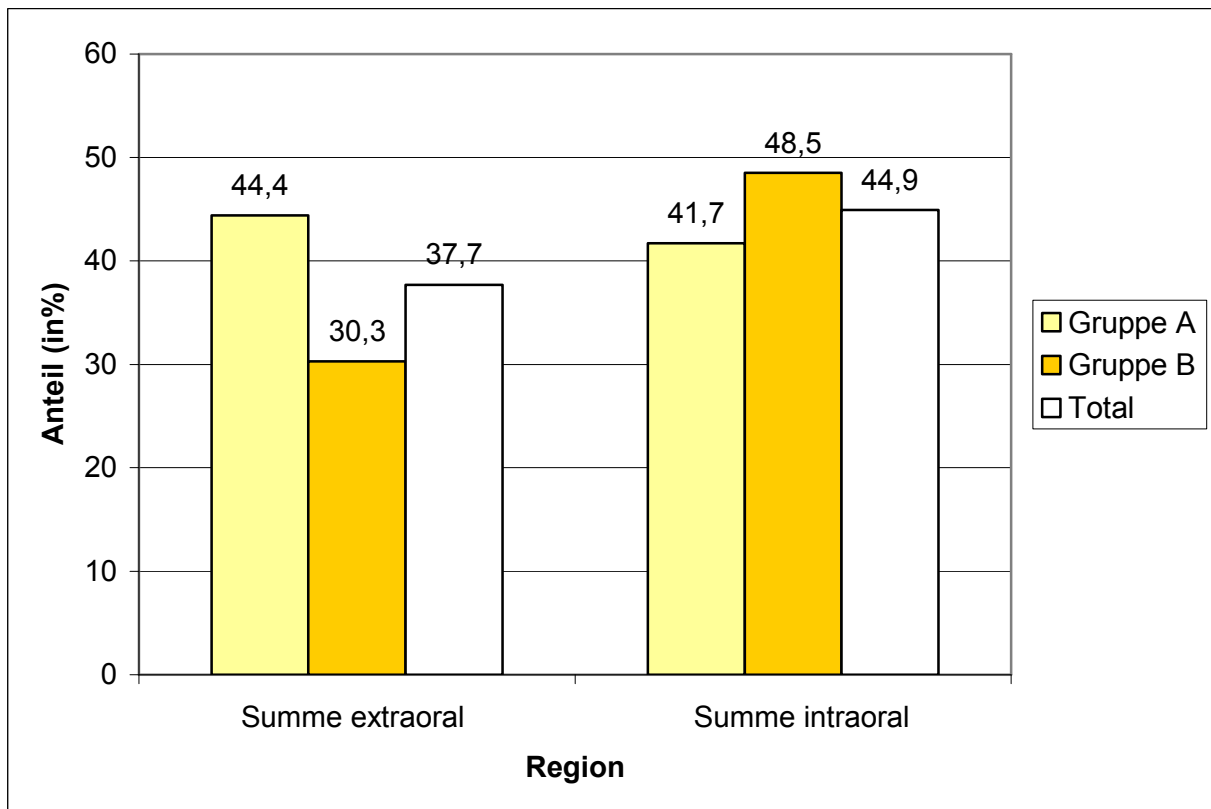


Abb. 12: Subjektive Parästhesien extraoral und intraoral

5.3 Nebenergebnisse

Nebenergebnisse sind Beschwerden des Sinus maxillaris in fünf Fällen (13,9%) in Gruppe A und in einem Fall (3,0%) in Gruppe B sowie eine asymptomatische, klinisch verifizierbare Weichgewebsasymmetrie einer Wange bei drei Patienten (Gruppe A = 1 [2,8%], Gruppe B = 2 [6,1%]). Zwei der drei Patienten wurden im Rahmen einer bimaxillären Osteotomie operiert.

Bei Kranialisierung (6 mm) und Ventralisierung (7,5 mm) des Oberkiefers resultiert bei einem Patienten (Gruppe A) eine Nasenatmungsbehinderung.

(Abb. 13)

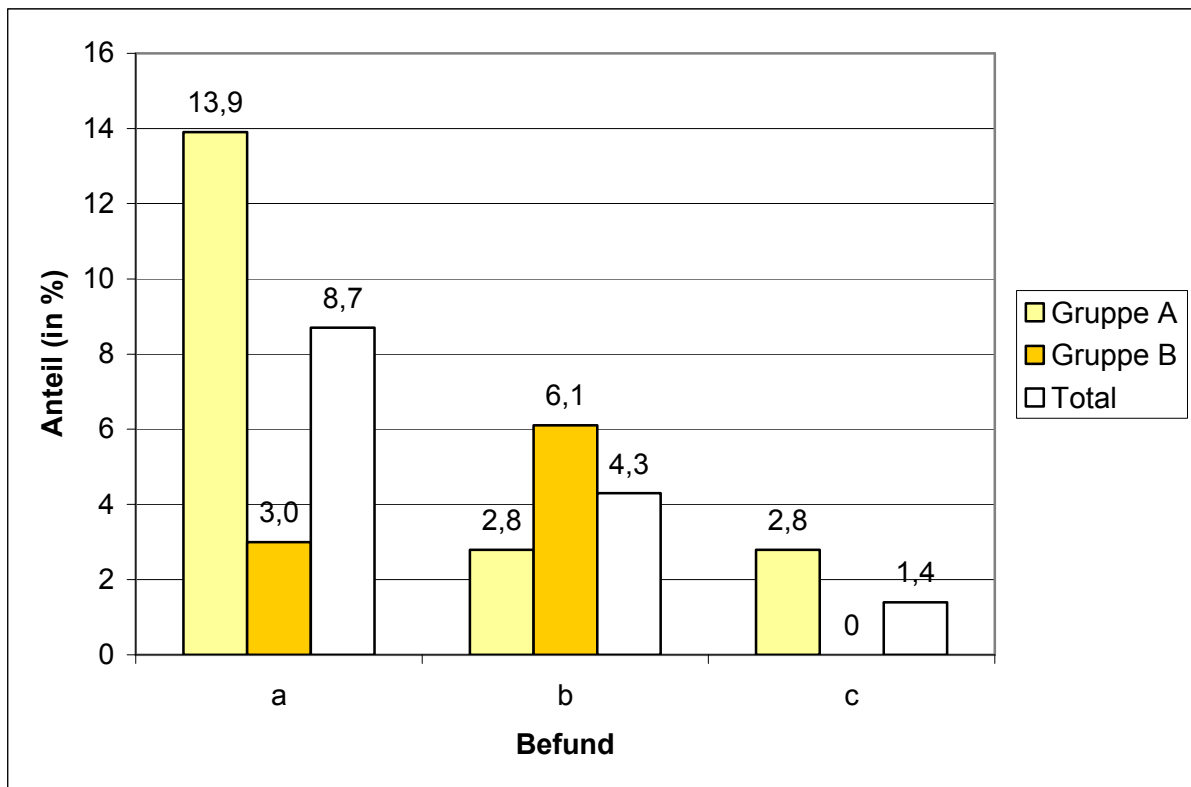


Abb. 13: Nebenergebnisse: a) Beschwerden des Sinus maxillaris, b) Weichgewebsasymmetrie einer Wange, c) Nasenatmungsbehinderung

5.4 Sensibilität und Vitalität der Oberkieferzähne

5.4.1 Ausschlusskriterien und Besonderheiten

Von den insgesamt 915 untersuchten Zähnen müssen 34 im Vorfeld ausgeschlossen werden, darunter 27 wegen präoperativer endodontischer Behandlung in 18 Patientenfällen und sieben wegen einer zeitnahen Operation des Sinus maxillaris in einem Fall.

Von den 881 verbleibenden Zähnen tragen 39 Kronen (Gruppe A = 13, Gruppe B = 26).

5.4.2 Sensibilität

Gruppenvergleiche ohne Konfunderberücksichtigung

Der bivariate Gruppenvergleich ergibt, dass bei 42,0% des gesamten Patientenkollektivs (n = 69) mindestens ein desensibler Zahn vorliegt (Gruppe A: 41,7%, Gruppe B:42,4%). 10,3 % (n = 881) der untersuchten Zähne reagieren nicht auf den Kältetest und verteilen sich gemäß Tabelle 3 auf die einzelnen Untersuchungsgruppen. Innerhalb der Gruppen sind die Canini am häufigsten desensibel.

Tabelle 3: Sensibilität der Zähne – Chi-Quadrat-Test (Z)

Sensibilität	Gruppe										p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$
	A					B						
	Total	-		+		Total	-		+			
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)		
Inzisivi	129	10	7,8	119	92,2	129	22	17,1	107	82,9	0,02	s.
Canini	71	8	11,3	63	88,7	64	11	17,2	53	82,8	0,32	n.s.
Prämolaren	125	11	8,8	114	91,2	96	7	7,3	89	92,7	0,68	n.s.
Molaren	140	9	6,4	131	93,6	127	13	10,2	114	89,8	0,26	n.s.
Total	465	38	8,2	427	91,8	416	53	12,7	363	87,3	0,03	s.

Ohne Berücksichtigung der Konfunder ist zwischen der Gruppe (A/B) und der Zielgröße „Zahnsensibilität“ eine statistisch signifikante Abhängigkeit nachweisbar.

Die Art des Zusammenhanges lässt sich wie folgt beschreiben: Bei Patienten, bei denen eine Le Fort-I-Osteotomie mit Expansion der Prämaxilla/Maxilla durchgeführt worden ist, ist der Anteil der desensiblen Inzisivi (Gruppe B = 17,1%) signifikant höher ($p = 0,02$) als in Gruppe A (7,8%). Auch für die Gesamtanzahl der Zähne ergibt sich ein statistisch signifikanter Unterschied (Gruppe A = 8,2%, Gruppe B = 12,7%).

Ergebnisse

Gruppenvergleiche mit Konfounderberücksichtigung

Unter Berücksichtigung der Konfounder zeigt sich, dass nur das Alter ein signifikanter Risikofaktor ist. Für die Gruppe (A/B) kann das bivariate Signifikanzergebnis nicht mehr gefunden werden. Der Raucherstatus hat keinen relevanten Einfluss.

Der Einfluss des Patientenalters zum Zeitpunkt der Operation stellt sich wie folgt dar: Erhöht sich das Alter um ein Jahr, dann sinkt die Chance auf eine positive Sensibilität um das: Inzisivi = 0,90-fache; Canini = 0,86-fache, Prämolaren = 0,91-fache, Molaren = 0,90-fache und insgesamt um das 0,90-fache (Tabelle 4).

Tabelle 4: Logistische Regression für die Sensibilität (Z)

Zielgröße	Einflussgröße	Reg. Koeff. B	Standardfehler	p-Wert	Exp(B)
Sensibilität Inzisivi	Gruppe=B	-0,15	0,45	0,74	0,86
	Raucher=ja	-0,29	0,43	0,51	0,75
	Alter	-0,11	0,02	0,00	0,90
	Konstante	5,85	0,89	0,00	347,12
Sensibilität Canini	Gruppe=B	0,47	0,59	0,43	1,59
	Raucher=ja	-0,17	0,60	0,77	0,84
	Alter	-0,15	0,04	0,00	0,86
	Konstante	6,49	1,32	0,00	660,72
Sensibilität Prämolaren	Gruppe=B	1,10	0,59	0,06	2,99
	Raucher=ja	0,32	0,61	0,60	1,38
	Alter	-0,10	0,03	0,00	0,91
	Konstante	4,99	0,97	0,00	146,31
Sensibilität Molaren	Gruppe=B	0,34	0,51	0,51	1,40
	Raucher=ja	0,52	0,55	0,34	1,69
	Alter	-0,11	0,03	0,00	0,90
	Konstante	5,60	0,98	0,00	269,63
Sensibilität Total	Gruppe=B	0,34	0,26	0,19	1,40
	Raucher=ja	0,05	0,26	0,85	1,05
	Alter	-0,11	0,01	0,00	0,90
	Konstante	5,60	0,49	0,00	269,76

Ergebnisse

Die Chance (Odds = o) ist definiert als der Quotient von Wahrscheinlichkeit (p) und Gegenwahrscheinlichkeit ($1 - p$) eines Ereignisses und lässt sich mit Hilfe der logistischen Regression wie folgt berechnen:

$$o = \frac{p}{1-p} \quad (1) \quad o = \text{Chance (Odds)}$$

p = Wahrscheinlichkeit

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = A + B1 \cdot X1 + B2 \cdot X2 + B3 \cdot X3 \quad (2)$$

A = Konstante

B = Regressionskoeffizient

X = Konfounder

($X1$ = Gruppe A bzw. B,

$X2$ = Raucherstatus, $X3$ = Alter)

Der Einfluss des Patientenalters auf die Chance in der gesamten Bezaehlung des Oberkiefers sensible Zähne wiederzuerlangen, ist in Abb. 14 zu sehen. Der Odds Ratio ($\text{Exp}(B)$) beträgt 0,90 (vgl. Tabelle 4 unten).

In dem Diagramm wird nochmals deutlich, dass Gruppe B unter Konfounder-berücksichtigung keine ungünstigeren Werte, als Patienten ohne Expansion hat.

Die Ergebnisse aus dem Datensatz B sind geringfügig besser (n.s.).

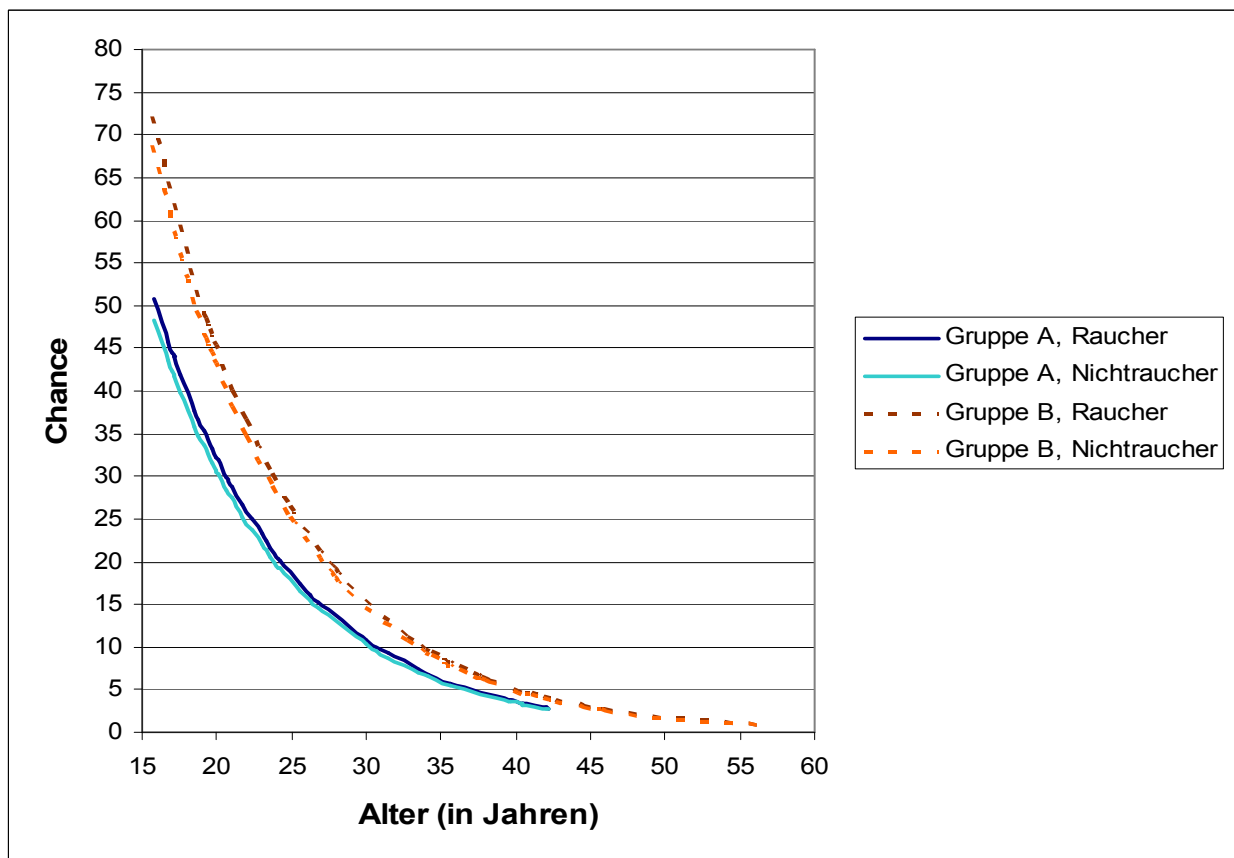


Abb. 14: Zusammenhang zwischen Patientenalter und der Chance auf sensible Zähne berechnet mit der logistischen Regression bei einem Odds Ratio von 0,90

5.4.3 Vitalität

Gruppenvergleiche ohne Konfunderberücksichtigung

Die Anzahl der devitalen Zähne beträgt zehn (2,2%) in Gruppe A und sechs (1,4%) in Gruppe B (Tabelle 5). Mit diesem Datensatz kann kein statistisch signifikanter Einfluss der Operationsmethode (Gruppe A/B) auf die Zielgröße „Vitalität“ festgestellt werden.

Tabelle 5: Vitalität der Zähne – Chi-Quadrat-Test (Z)

Vitalität	Gruppe										p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$
	A					B						
	Total	-		+		Total	-		+			
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)		
Inzisivi	129	2	1,6	127	98,4	129	3	2,3	126	97,7	0,65	n.s.
Canini	71	2	2,8	69	97,2	64	0	0,0	64	100,0	0,18	n.s.
Prämolaren	125	3	2,4	122	97,6	96	0	0,0	96	100,0	0,13	n.s.
Molaren	140	3	2,1	137	97,9	127	3	2,4	124	97,6	0,90	n.s.
Total	465	10	2,2	455	97,8	416	6	1,4	410	98,6	0,43	n.s.

Vier der Patienten (n = 9) klagten über die graue oder rötlich-graue Verfärbung einzelner Zähne bei negativer Sensibilität. Bei einem dieser Patienten kam es zu einer intraoperativen Schädigung der Wurzeln der beiden mittleren Schneidezähne. Abb. 15 zeigt, dass in diesem Fall die Verfärbung trotz eines internen Bleachings sichtbar ist.

Postoperative Wurzelkanalbehandlungen wurden bei fünf Patienten nötig.



Abb. 15: Verfärbung der Zähne 11, 21 nach intraoperativer Schädigung der Apices

Ergebnisse

Gruppenvergleiche mit Konfounderberücksichtigung

Für die Canini und Prämolaren ist die Prävalenz so klein, dass keine sinnvollen Modellkoeffizienten bestimmt werden können. Diese beiden Modelle werden nicht mit in die Arbeit aufgenommen und verworfen.

Der Einfluss der Gruppe (A/B) und des Alters ist uneinheitlich und nicht signifikant. Für den positiven Raucherstatus wird bei der Summe aller Zähne ein Odds Ratio ($\text{Exp}(B)$) von 0,38 bestimmt. Das bedeutet, die dentale Vitalitätschance der Raucher ist niedriger, als die der Nicht-Raucher (n. s.).

Es kann in keiner Kategorie eine signifikante Abhängigkeit verifiziert werden (Tabelle 6).

Tabelle 6: Logistische Regression für die Vitalität (Z)

Zielgröße	Einflussgröße	Reg. Koeff. B	Standardfehler	p-Wert	$\text{Exp}(B)$
Vitalität Inzisivi	Gruppe=B	-1,03	0,97	0,29	0,36
	Raucher=ja	-0,99	0,93	0,29	0,37
	Alter	0,09	0,07	0,16	1,10
	Konstante	2,47	1,71	0,15	11,79
Vitalität Molaren	Gruppe=B	0,73	0,95	0,44	2,08
	Raucher=ja	-0,84	0,86	0,33	0,43
	Alter	-0,12	0,05	0,02	0,89
	Konstante	7,68	1,89	0,00	2.161,88
Vitalität Total	Gruppe=B	0,70	0,57	0,22	2,01
	Raucher=ja	-0,98	0,52	0,06	0,38
	Alter	-0,05	0,03	0,06	0,95
	Konstante	5,73	0,95	0,00	307,97

5.5 Sensibilität der Gingiva

5.5.1 Pinprick-Test – protopathische Sensibilität

Gruppenvergleiche ohne Konfounderberücksichtigung

An keinem der Testpunkte wird eine Analgesie festgestellt.

Hypalgesien werden im Bereich der vestibulären Prämaxilla (Tabelle 7) in vier (11,1%) Fällen in Gruppe A und fünf (15,2%) in Gruppe B diagnostiziert, in den palatinalen Regionen in zwei (5,6%) und vier (12,1%) Fällen. Damit sind die vestibulären Bereiche häufiger betroffen.

Im Bereich der bukkalen Maxilla (Tabelle 8) tritt eine Sensibilitätsstörung bei Gruppe A und B bei jeweils elf Patienten (30,6% und 33,3%) auf, im palatinalen Bereich bei drei (8,3%) und fünf (15,2%) Patienten.

Tabelle 7: Pinprick-Test – Chi-Quadrat-Test (P), Prämaxilla

Pinprick-Test	Gruppe										p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$
	A					B						
	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Prämaxilla vestibulär	36	4	11,1	32	88,9	33	5	15,2	28	84,8	0,62	n.s.
Prämaxilla palatinal	36	2	5,6	34	94,4	33	4	12,1	29	87,9	0,33	n.s.
Prämaxilla Total	36	5	13,9	31	86,1	33	8	24,2	25	75,8	0,27	n.s.

Tabelle 8: Pinprick-Test – Chi-Quadrat-Test (P), Maxilla

Pinprick-Test	Gruppe										p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$
	A					B						
	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Maxilla bukkal	36	11	30,6	25	69,4	33	11	33,3	22	66,7	0,81	n.s.
Maxilla palatinal	36	3	8,3	33	91,7	33	5	15,2	28	84,8	0,38	n.s.
Maxilla Total	36	12	33,3	24	66,7	33	15	45,5	18	54,5	0,30	n.s.

Ergebnisse

An Prämaxilla und Maxilla ist bei den Patienten, die eine Le Fort-I-Osteotomie mit Expansion des Gaumens erhalten haben, die Zahl der Hypalgesien im Vergleich zu Gruppe A höher (Tabelle 7, Tabelle 8). Eine statistisch signifikante Abhängigkeit zwischen der Gruppe (A/B) und der Zielgröße kann jedoch mit dem vorliegenden Datensatz nicht festgestellt werden ($p > 0,05$).

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in der Sensibilität der Prämaxilla und der Maxilla. Wie in Abb. 16 zu sehen ist, werden bei der Gesamtheit der Patienten im Bereich der Maxilla (Gruppe A +B = 39,1%, n = 27) ca. doppelt so oft Bereiche mit einer Hypalgesie festgestellt wie an der Prämaxilla (Gruppe A +B = 18,8%, n = 13).

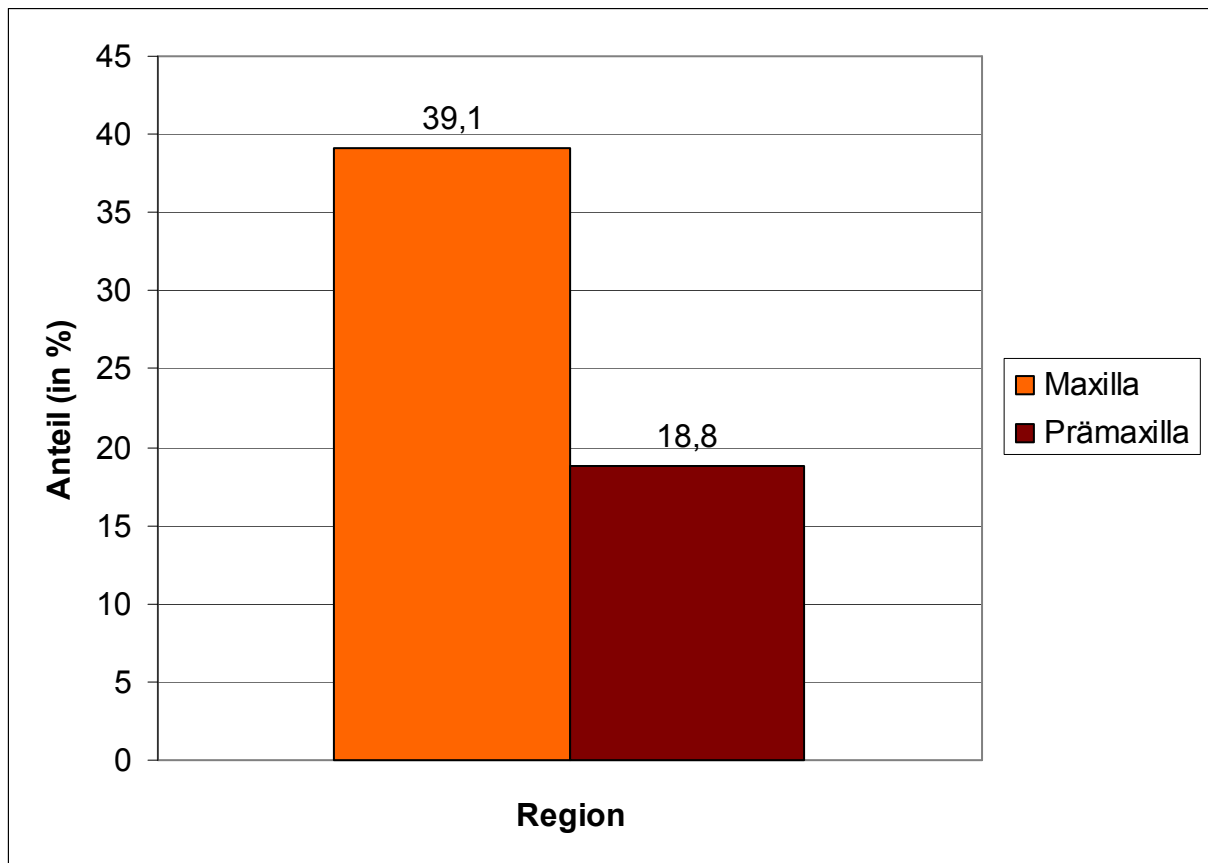


Abb. 16: Prozentuales Auftreten von Hypalgesien an Maxilla und Prämaxilla, Gruppe A+B

Ergebnisse

Zudem ist an der Oberkiefergingiva die Schmerzwahrnehmung in den vestibulär/bukkalen Bereichen häufiger eingeschränkt als palatinal. In beiden Gruppen zusammen ist eine Hypalgesie vestibulär/bukkal der maxillären Schleimhaut 2,4-mal so häufig wie prämaxillär. Palatinal kommt diese Veränderung an der Maxilla insgesamt 1,3-mal öfter vor als an der Prämaxilla. (Abb. 17).

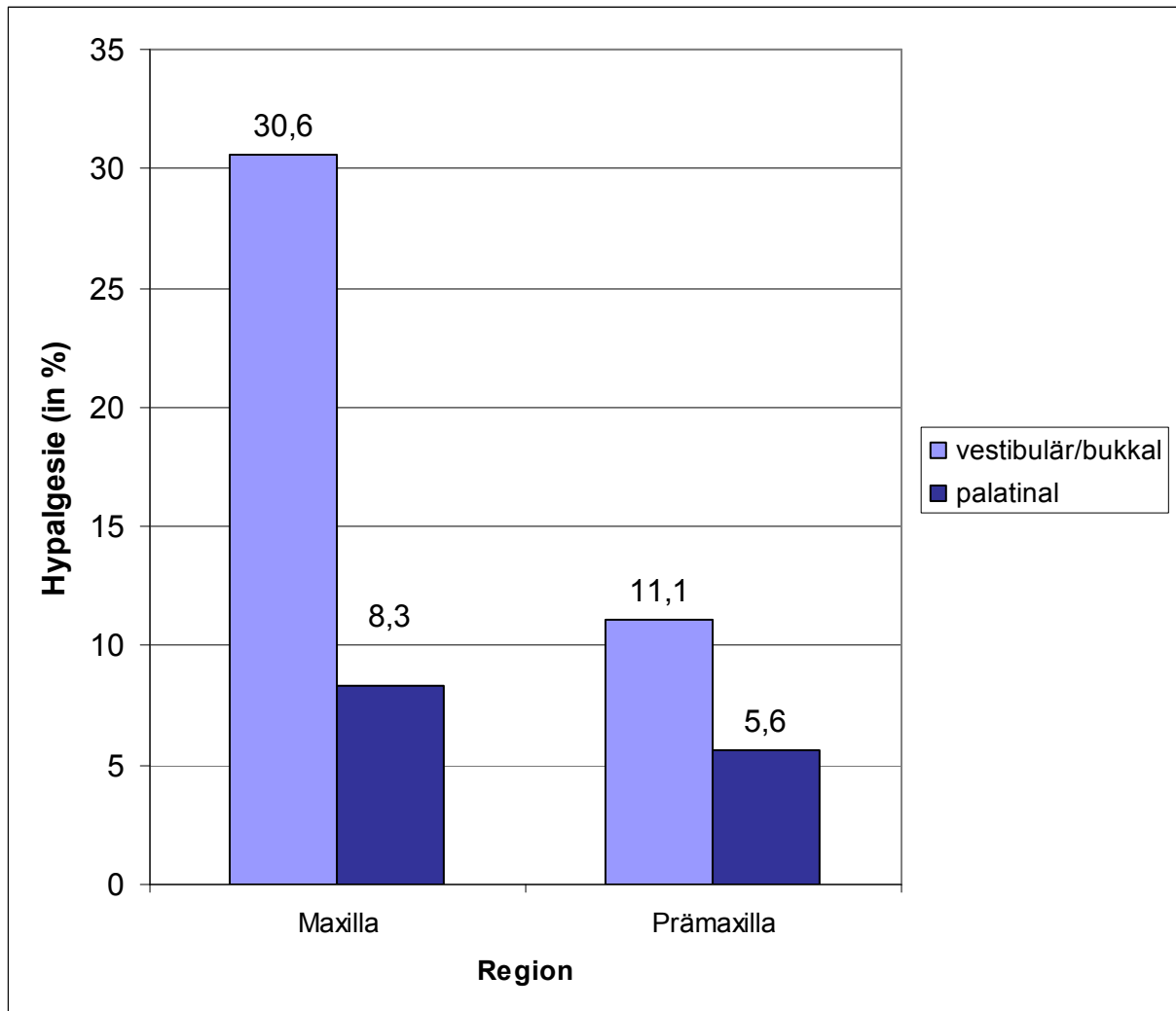


Abb. 17: Prozentuales Auftreten von Hypalgesien vestibulär/bukkal und palatinal an Maxilla und Prämaxilla, Gruppe A+B

Ergebnisse

Gruppenvergleiche mit Konfunderberücksichtigung

An der Prämaxilla (vestibulär und palatinal) sowie an der Maxilla palatinal treten Hypalgesien bei positivem Raucherstatus und bei Patienten aus Gruppe B häufiger auf. Die Auswertung in Tabelle 9 und Tabelle 10 ergibt jedoch, dass bei dieser Datenlage weder für die Gruppe (A/B), den Raucherstatus, noch für das Alter ein statistisch signifikanter Einfluss auf die Zielgröße an Prämaxilla und Maxilla belegt werden kann. Der Regressionskoeffizient B ist in keinem Fall signifikant von null verschieden.

Tabelle 9: Pinprick-Test - Logistische Regression(P), Prämaxilla

Zielgröße	Einflussgröße	Reg. Koeff. B	Standardfehler	p-Wert	Exp(B)
Hypalgesie Prämaxilla vestibulär	Gruppe=B	0,33	0,78	0,67	1,39
	Raucher=ja	0,53	0,73	0,47	1,70
	Alter	0,01	0,04	0,78	1,01
	Konstante	-2,59	1,24	0,04	0,08
Hypalgesie Prämaxilla palatinal	Gruppe=B	0,70	0,98	0,47	2,02
	Raucher=ja	0,86	0,89	0,33	2,36
	Alter	0,03	0,05	0,47	1,03
	Konstante	-4,14	1,61	0,01	0,02

Tabelle 10: Pinprick-Test - Logistische Regression(P), Maxilla

Zielgröße	Einflussgröße	Reg. Koeff. B	Standardfehler	p-Wert	Exp(B)
Hypalgesie Maxilla bukkal	Gruppe=B	-0,34	0,58	0,57	0,72
	Raucher=ja	-0,44	0,58	0,46	0,65
	Alter	0,06	0,03	0,05	1,06
	Konstante	-2,20	0,93	0,02	0,11
Hypalgesie Maxilla palatinal	Gruppe=B	1,39	0,88	0,11	4,00
	Raucher=ja	1,38	0,82	0,09	3,99
	Alter	-0,09	0,05	0,10	0,92
	Konstante	-1,09	1,40	0,44	0,34

5.5.2 Statische Zwei-Punkte-Diskrimination – epikritische Sensibilität

Gruppenvergleiche ohne Konfunderberücksichtigung

Zur Bestimmung eines Normalwertes für die 2PD wurde die Kontrollgruppe C eingeführt. Der Mittelwert der 2PD liegt bei Gruppe A vestibulär bei 6,44 mm und palatinal bei 6,28 mm. In Gruppe B wurde ein Mittelwert von 6,70 mm vestibulär und 6,64 mm palatinal ermittelt. Innerhalb der Gruppe A und B sind die Mittelwerte vestibulär größer als palatinal. In der nicht operierten Kontrollgruppe C wurden Werte von 3,91 mm vestibulär und 4,06 mm palatinal bestimmt. Die Lage, der gemessenen Werte ist in Abb. 18 und Abb. 19 abzulesen.

Die Auswertung ergibt, dass die Mittelwerte von Gruppe A, B und C höchst signifikant voneinander verschieden sind ($p = 0,00$).

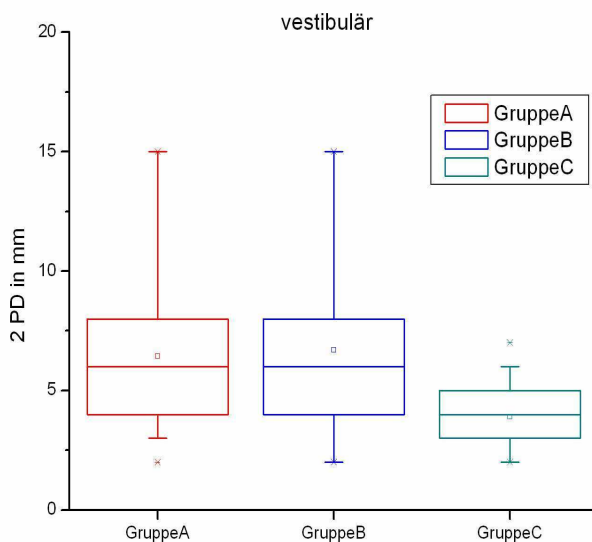


Abb. 18: Werte der 2PD vestibulär

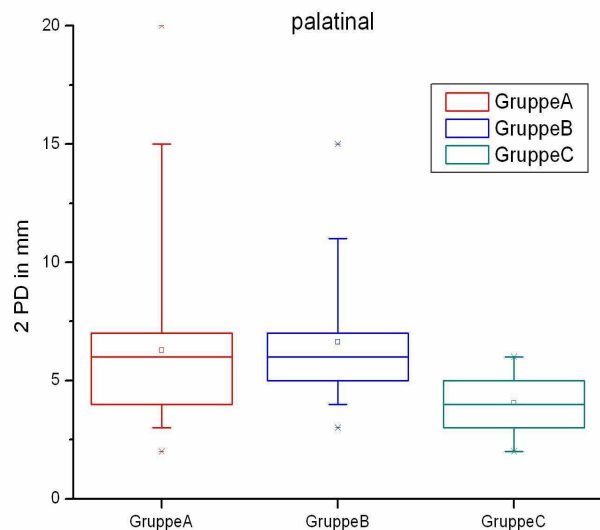


Abb. 19: Werte der 2PD palatinal

Eine zweite Analyse in Tabelle 11 zeigt, dass die Mittelwerte von A und B jeweils höchst signifikant verschieden von denen der Gruppe C sind. Zwischen Gruppe A und B gibt es keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,05$).

Tabelle 11: 2PD - Post-Hoc-Tests– Tamhane (Varianzinhomogenität) (P)

	Gruppe1	Gruppe2	p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$
vestibulär	A	B	0,99	n.s.
	A	C	0,00	s.
	B	C	0,00	s.
palatinal	A	B	0,94	n.s.
	A	C	0,00	s.
	B	C	0,00	s.

Ergebnisse

Gruppenvergleiche mit Konfunderberücksichtigung

Die 2PD wird bei einem um ein Jahr älteren Menschen um 0,03 Einheiten höher prognostiziert (Tabelle 12, Tabelle 13) (n.s.). Palatinal (Tabelle 13) liegt die Prognose für den Diskriminationswert für Nicht-Raucher um 0,50 mm niedriger als bei Rauchern (n. s., $p > 0,05$).

Der Status „operiert“ (Gruppe A, B) versus „nicht operiert“ (Gruppe C) hat unter gleichzeitiger Beachtung des Alters und des Raucherstatus einen höchst signifikanten Einfluss auf den Wert der statischen Zwei-Punkte-Diskrimination (vestibulär und palatinal).

Tabelle 12: 2PD - Lineares Modell (P), vestibulär

Zielgröße	Einflussgröße	<i>B</i>	Standard- fehler	Signifikanz p-Wert	Sig. global p-Wert
2 PD vestibulär	Konstanter Term	2,62	1,16	0,03	0,03
	Gruppe=A	2,80	0,72	0,00	0,00
	Gruppe=B	2,79	0,70	0,00	
	Gruppe=C	0,00			
	Raucher=nein	0,30	0,61	0,62	0,62
	Raucher=ja	0,00			
	Alter	0,03	0,03	0,27	0,27

Tabelle 13: 2PD - Lineares Modell (P), palatinal

Zielgröße	Einflussgröße	<i>B</i>	Standard- fehler	Signifikanz p-Wert	Sig. global p-Wert
2 PD palatinal	Konstanter Term	3,28	1,01	0,00	0,00
	Gruppe=A	2,40	0,62	0,00	0,00
	Gruppe=B	2,55	0,61	0,00	
	Gruppe=C	0,00			
	Raucher=nein	-0,50	0,53	0,35	0,35
	Raucher=ja	0,00			
	Alter	0,03	0,03	0,18	0,18

5.6 Einfluss des Ausmaßes der Transposition und Expansion

5.6.1 Systematik

Die Analyse erfolgt ohne Berücksichtigung der Konfounder „Alter“ und „Raucherstatus“ analog wie bereits bei den bivariaten Analysen bezüglich des Einflusses der Operationsmethode (Gruppe A bzw. B).

Die Verlagerung des Oberkiefers kann in den drei Raumebenen erfolgen. Unterschieden wird in:

- sagittale Lageveränderung entsprechend einer Vorverlagerung des Oberkiefers (Gruppe A + Gruppe B)
- vertikale Lageveränderung entsprechend einer Kranialverlagerung des Oberkiefers (Gruppe A + Gruppe B)
- transversale Lageveränderung entsprechend einer sagittalen Spaltung des Oberkiefers in der Medianebene mit Expansion (nur Gruppe B)

Die Größe der Transposition/Expansion wird entsprechend den Angaben aus dem Operationsprotokoll und von den Modellen als Betrag des Wertes angegeben und klassifiziert in:

- ≤ 3 mm,
- 3,1 - 6,0 mm
- ≥ 6 mm.

5.6.2 Sensibilität und Vitalität der Oberkieferzähne

Für die Zunahme des Ausmaßes der Transposition (in mm) kann sowohl in der Sagittalen, als auch in der Vertikalen mit dem erarbeiteten Datensatz kein signifikanter Einfluss auf eine Erhöhung oder Verringerung der Anzahl der desensiblen Zähne nachgewiesen werden (Tabelle 14, Tabelle 15).

Nach Oberkieferexpansion (Tabelle 16) wird ein signifikanter Einfluss sichtbar ($p = 0,00$). Je größer die Expansion, desto mehr Zähne reagieren negativ auf den Sensibilitätstest. Ab einer Expansion von mehr als 6 mm kommt es zu einer deutlichen prozentualen Zunahme: 3,1-6,0 mm: 6,9% aller Zähne negativ, $\geq 6,0$ mm: 23,3% negativ. Am stärksten sind die Inzisivi (von 6,7% desensibel bei $\leq 3,0$ mm auf 33,3% bei $\geq 6,0$ mm) und Canini (von 9,9% desensibel bei $\leq 3,0$ mm auf 37,0% bei $\geq 6,0$ mm) betroffen. Bei ihnen ist der Einfluss der Oberkieferexpansion statistisch signifikant ($p = 0,00$).

Ergebnisse

Tabelle 14: Transposition sagittal – Sensibilität - Chi-Quadrat-Test (Z)

Sensibilität	Gruppe A+B Transposition sagittal (Klassiert)														p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$	
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-		+			
Zähne	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Inzisivi	127	11	8,7	116	91,3	104	15	14,4	89	85,6	27	6	22,2	21	77,8	0,11	n.s.
Canini	63	9	14,3	54	85,7	56	8	14,3	48	85,7	16	2	12,5	14	87,5	0,98	n.s.
Prämolaren	99	4	4,0	95	96,0	97	14	14,4	83	85,6	25	0	0,0	25	100,0	0,01	s.
Molaren	125	8	6,4	117	93,6	117	13	11,1	104	88,9	25	1	4,0	24	96,0	0,30	n.s.
Total	414	32	7,7	382	92,3	374	50	13,4	324	86,6	93	9	9,7	84	90,3	0,09	n.s.

Tabelle 15: Transposition vertikal – Sensibilität - Chi-Quadrat-Test (Z)

Sensibilität	Gruppe A+B Transposition vertikal (Klassiert)														p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$	
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-		+			
Zähne	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Inzisivi	131	21	16,0	110	84,0	112	9	8,0	103	92,0	15	2	13,3	13	86,7	0,17	n.s.
Canini	70	11	15,7	59	84,3	57	7	12,3	50	87,7	8	1	12,5	7	87,5	0,85	n.s.
Prämolaren	113	11	9,7	102	90,3	97	7	7,2	90	92,8	11	0	0,0	11	100,0	0,48	n.s.
Molaren	141	12	8,5	129	91,5	110	8	7,3	102	92,7	16	2	12,5	14	87,5	0,77	n.s.
Total	455	55	12,1	400	87,9	376	31	8,2	345	91,8	50	5	10,0	45	90,0	0,19	n.s.

Tabelle 16: Expansion in der Medianebene – Sensibilität – Chi-Quadrat-Test (Z)

Sensibilität	Gruppe B Expansion in der Medianebene (Klassiert)														p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$	
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-		+			
Zähne	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Inzisivi	149	10	6,7	139	93,3	55	4	7,3	51	92,7	54	18	33,3	36	66,7	0,00	s.
Canini	81	8	9,9	73	90,1	27	1	3,7	26	96,3	27	10	37,0	17	63,0	0,00	s.
Prämolaren	142	11	7,7	131	92,3	37	2	5,4	35	94,6	42	5	11,9	37	88,1	0,55	n.s.
Molaren	159	9	5,7	150	94,3	55	5	9,1	50	90,9	53	8	15,1	45	84,9	0,09	n.s.
Total	531	38	7,2	493	92,8	174	12	6,9	162	93,1	176	41	23,3	135	76,7	0,00	s.

Ergebnisse

Die Zunahme der Transposition (in mm), sowohl in der Sagittalen, in der Vertikalen, als auch die Steigerung der Expansion führen zu keiner Erhöhung der Anzahl der devitalen Zähne.

($p > 0,05$). (Tabelle 17, Tabelle 18, Tabelle 19)

Tabelle 17: Transposition sagittal - Vitalität - Chi-Quadrat-Test (Z)

Vitalität	Gruppe A+B Transposition sagittal (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$			
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
Zähne	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Inzisivi	127	2	1,6	125	98,4	104	2	1,9	102	98,1%	27	1	3,7	26	96,3	0,77	n.s.
Canini	63	1	1,6	62	98,4	56	1	1,8	55	98,2%	16	0	0,0	16	100,0	0,87	n.s.
Prämolaren	99	0	0,0	99	100,0	97	3	3,1	94	96,9%	25	0	0,0	25	100,0	0,14	n.s.
Molaren	125	3	2,4	122	97,6	117	3	2,6	114	97,4%	25	0	0,0	25	100,0	0,73	n.s.
Total	414	6	1,4	408	98,6	374	9	2,4	365	97,6%	93	1	1,1	92	98,9	0,51	n.s.

Tabelle 18: Transposition vertikal – Vitalität - Chi-Quadrat-Test (Z)

Vitalität	Gruppe A+B Transposition vertikal (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$			
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
Zähne	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Inzisivi	131	4	3,1	127	96,9	112	1	0,9	111	99,1	15	0	0,0	15	100,0	0,41	n.s.
Canini	70	2	2,9	68	97,1	57	0	0,0	57	100,0	8	0	0,0	8	100,0	0,39	n.s.
Prämolaren	113	3	2,7	110	97,3	97	0	0,0	97	100,0	11	0	0,0	11	100,0	0,23	n.s.
Molaren	141	3	2,1	138	97,9	110	3	2,7	107	97,3	16	0	0,0	16	100,0	0,78	n.s.
Total	455	12	2,6	443	97,4	376	4	1,1	372	98,9	50	0	0,0	50	100,0	0,15	n.s.

Tabelle 19: Expansion in der Medianebene - Vitalität - Chi-Quadrat-Test (Z)

Vitalität	Gruppe A+B Expansion in der Medianebene (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$			
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
Zähne	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Inzisivi	149	2	1,3	147	98,7	55	1	1,8	54	98,2	54	2	3,7	52	96,3	0,558	n.s.
Canini	81	2	2,5	79	97,5	27	0	0,0	27	100,0	27	0	0,0	27	100,0	0,508	n.s.
Prämolaren	142	3	2,1	139	97,9	37	0	0,0	37	100,0	42	0	0,0	42	100,0	0,429	n.s.
Molaren	159	3	1,9	156	98,1	55	3	5,5	52	94,5	53	0	0,0	53	100,0	0,143	n.s.
Total	531	10	1,9	521	98,1	174	4	2,3	170	97,7	176	2	1,1	174	98,9	0,706	n.s.

Ergebnisse

5.6.3 Sensibilität der Gingiva

5.6.3.1 Pinprick-Test – protopathische Sensibilität

Die Zunahme des Ausmaßes der Transposition (sagittal, vertikal) und Expansion führt nicht zu einer Vergrößerung der von einer Hypalgesie betroffenen Fläche. Dies gilt für Prämaxilla und Maxilla ((Tabelle 20 - Tabelle 25).

Tabelle 20: Transposition sagittal - Pinprick-Test - Chi-Quadrat-Test (P), Prämaxilla

Pinprick-Test	Gruppe A+B Transposition sagittal (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha=0,05$			
	≤ 3,0 mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Prämaxilla vestibulär	33	6	18,2	27	81,8	28	3	10,7	25	89,3	8	0	0,0	8	100,0	0,35	n.s.
Prämaxilla palatinal	33	2	6,1	31	93,9	28	4	14,3	24	85,7	8	0	0,0	8	100,0	0,34	n.s.
Prämaxilla Total	33	8	24,2	25	75,8	28	5	17,9	23	82,1	8	0	0,0	8	100,0	0,29	n.s.

Tabelle 21: Transposition vertikal - Pinprick-Test - Chi-Quadrat-Test (P), Prämaxilla

Pinprick-Test	Gruppe A+B Transposition vertikal (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha=0,05$			
	≤ 3,0 mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Prämaxilla vestibulär	36	6	16,7	30	83,3	29	3	10,3	26	89,7	4	0	0,0	4	100,0	0,55	n.s.
Prämaxilla palatinal	36	3	8,3	33	91,7	29	3	10,3	26	89,7	4	0	0,0	4	100,0	0,78	n.s.
Prämaxilla Total	36	8	22,2	28	77,8	29	5	17,2	24	82,8	4	0	0,0	4	100,0	0,54	n.s.

Tabelle 22: Expansion - Pinprick-Test – Chi-Quadrat-Test (P), Prämaxilla

Pinprick-Test	Gruppe B Expansion in der Medianebene (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha=0,05$			
	≤ 3,0 mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Prämaxilla vestibulär	41	4	9,8	37	90,2	14	2	14,3	12	85,7	14	3	21,4	11	78,6	0,53	n.s.
Prämaxilla palatinal	41	2	4,9	39	95,1	14	3	21,4	11	78,6	14	1	7,1	13	92,9	0,16	n.s.
Prämaxilla Total	41	5	12,2	36	87,8	14	4	28,6	10	71,4	14	4	28,6	10	71,4	0,23	n.s.

Ergebnisse

Tabelle 23: Transposition sagittal - Pinprick-Test - Chi-Quadrat-Test (P), Maxilla

Pinprick-Test	Gruppe A+B Transposition sagittal (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$			
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Maxilla bukkal	33	11	33,3	22	66,7	28	8	28,6	20	71,4	8	3	37,5	5	62,5	0,87	n.s.
Maxilla palatinal	33	4	12,1	29	87,9	28	3	10,7	25	89,3	8	1	12,5	7	87,5	0,98	n.s.
Maxilla Total	33	13	39,4	20	60,6	28	11	39,3	17	60,7	8	3	37,5	5	62,5	0,10	n.s.

Tabelle 24: Transposition vertikal - Pinprick-Test - Chi-Quadrat-Test (P), Maxilla

Pinprick-Test	Gruppe A+B Transposition vertikal (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$			
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Maxilla bukkal	36	12	33,3	24	66,7	29	9	31,0	20	69,0	4	1	25,0	3	75,0	0,94	n.s.
Maxilla palatinal	36	5	13,9	31	86,1	29	3	10,3	26	89,7	4	0	0,0	4	100,0	0,69	n.s.
Maxilla Total	36	15	41,7	21	58,3	29	11	37,9	18	62,1	4	1	25,0	3	75,0	0,80	n.s.

Tabelle 25: Expansion - Pinprick-Test - Chi-Quadrat-Test (P), Maxilla

Pinprick-Test	Gruppe B Expansion in der Medianebene (Klassiert)												p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$			
	$\leq 3,0$ mm				3,1 - 6,0 mm				≥ 6 mm								
		-		+			-		+			-			+		
	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)	Total	n	(%)	n	(%)		
Maxilla bukkal	41	12	29,3	29	70,7	14	6	42,9	8	57,1	14	4	28,6	10	71,4	0,61	n.s.
Maxilla palatinal	41	3	7,3	38	92,7	14	3	21,4	11	78,6	14	2	14,3	12	85,7	0,34	n.s.
Maxilla Total	41	13	31,7	28	68,3	14	9	64,3	5	35,7	14	5	35,7	9	64,3	0,09	n.s.

Ergebnisse

5.6.3.2 Statische Zwei-Punkte-Diskrimination – epikritische Sensibilität

Für die Steigerung des Ausmaßes der Transposition und Expansion kann bei dieser Datenlage kein signifikanter Einfluss auf die Erhöhung der statischen Zwei-Punkte-Diskrimination gezeigt werden (Tabelle 26, Tabelle 27, Tabelle 28)

Tabelle 26: Transposition sagittal – 2PD (P)

2PD	Gruppe A+B Transposition vertikal (Klassiert)									p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$
	$\leq 3,0$ mm			3,1 - 6,0 mm			≥ 6 mm				
	Total	Mittelwert	SD	Total	Mittelwert	SD	Total	Mittelwert	SD		
bukkal	36	6,14	3,02	29	6,59	3,52	4	10,25	3,30	0,13	n.s.
palatinal	36	5,89	2,42	29	7,00	3,49	4	7,50	1,92	0,23	n.s.

Tabelle 27: Transposition vertikal – 2PD (P)

2PD	Gruppe A+B Transposition sagittal (Klassiert)									p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$
	$\leq 3,0$ mm			3,1 - 6,0 mm			≥ 6 mm				
	Total	Mittelwert	SD	Total	Mittelwert	SD	Total	Mittelwert	SD		
bukkal	33	7,61	3,94	28	5,50	2,38	8	6,00	2,39	0,06	n.s.
palatinal	33	6,85	3,40	28	6,00	2,65	8	6,38	1,20	0,56	n.s.

Tabelle 28: Expansion – Statische 2PD (P)

2PD	Gruppe B Expansion in der Medianebene (Klassiert)									p-Wert	Signifikanz bei $\alpha = 0,05$
	$\leq 3,0$ mm			3,1 - 6,0 mm			≥ 6 mm				
	Total	Mittelwert	SD	Total	Mittelwert	SD	Total	Mittelwert	SD		
bukkal	41	6,10	3,08	14	7,50	3,84	14	7,00	3,55	0,41	n.s.
palatinal	41	6,12	3,14	14	7,36	3,20	14	6,50	1,70	0,47	n.s.

6 Diskussion

6.1 Parästhesien

Die Ergebnisse werden durch einen schriftlichen, quantitativen Fragebogen erhoben. Antwortmöglichkeiten werden in einer Categorieskala vorgegeben, Mehrfachnennungen und Ergänzungen sind möglich. Damit wird versucht eine weitere Subjektivierung, z.B. durch Verwendung einer Likertskala, auszuschließen.

Die Patienten geben bei einem Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 54,68 Monaten Parästhesien mit einer Häufigkeit von 11,6% - 20,3% je Region an. Intraorale Veränderungen der sensiblen Funktion sind häufiger und lassen sich durch die intraoperative Durchtrennung der Nervenfasern erklären. Extraoral ist die Ursache eine Schädigung des Nervus infraorbitalis, z.B. durch Kompression oder Zerrungen bei der Platzierung der Haken. Durch eine schonendere Arbeitstechnik könnte diese Komplikation vermieden oder in der Inzidenz gesenkt werden.

Die prozentualen Werte überschneiden sich mit denen von THYGESEN et al., in deren Studie 12 Monate postoperativ in 19% - 60% der Fälle subjektive Störungen angegeben werden [46]. Diese höheren Werte lassen sich durch den vergleichsweise kürzeren Nachuntersuchungszeitraum erklären. Im Gegensatz dazu gibt es Studien, in denen kein Patient über eine veränderte sensible Funktion klagt [12,38]. Die Allgemeingültigkeit dieser Aussage ist umstritten, da in den genannten Veröffentlichungen das Patientenalter gering ist (< 25 Jahre) und es ist nicht ersichtlich, wie die Befragung durchgeführt wurde. Aus diesem Grund kann die Hypothese von DE JONGH et al., dass die sensible Regeneration, wenn auch nicht komplett, ausreichend ist, um subjektive Sensibilitätsstörung zu maskieren [12], nicht gestützt werden.

Eine Übersicht zur Literatur gibt Tabelle 29.

Beide Untersuchungsgruppen geben extraorale und intraorale Sensibilitätsstörungen an, wobei Patienten nach median-sagittaler Spaltung öfter über Parästhesien im Bereich von Gaumen und Gingiva berichten. In diesen beiden Regionen scheinen Änderungen nach dem erweiterten operativen Eingriff in der subjektiven Einschätzung schwerer zu wiegen. Die These wird durch andere Arbeiten gestützt. THYGESEN et al. berichten ebenfalls darüber, dass Patienten nach Segmentierung des Oberkiefers Parästhesien an Gingiva und Palatum gehäuft angeben [46].

Tabelle 29: Studien zur Häufigkeit von Parästhesien

	Eigener Datensatz	THYGESEN et al. [46]	DE JONGH et al. [12], POSNICK et al. [38]
mittleres Patientenalter (Jahre)	30	25	21 18,7
Anzahl der Patienten	69	21	10 59
subjektive Parästhesien	(%)	(%)	(%)
Infraorbitalregion	20,3	19	0
Oberlippe (kutan)	17,4	24	0
vestibuläre Gingiva	15,9	29	0
Gaumenschleimhaut	11,6	60	0
Zähne	17,4	31	0

6.2 Nebenbefunde

Sechs Patienten (8,7%) geben Beschwerden des Sinus maxillaris an. Diese Komplikation wird ebenfalls in anderen Studien beobachtet [5,13,26,28,34,36]. Die Arbeit von KAHNBERG & ENGSTROM belegt, dass es nach der Le Fort-I-Osteotomie zu Mukosaschwellungen im Sinus maxillaris, Spiegelbildung und Verdickungen der knöchernen Wände kommt [26].

Nach Kranialisierung und Ventralisierung des Oberkiefers resultiert bei einem Patienten eine Nasenatmungsbehinderung. Auch wenn dieser Befund lediglich auf der Beobachtung des Patienten beruht, findet man in der Literatur Angaben zu Veränderungen des nasalen Luftweges. Bei einer Kranialverlagerung von mehr als 5 mm sind Luftströmung und Durchgängigkeit der Nase reduziert [17].

Die asymptotische, klinisch verifizierbare Weichgewebsasymmetrie einer Wange wird in der gesichteten Literatur nicht beschrieben und bedarf weiterer Untersuchungen und Erklärungsansätze.

6.3 Sensibilität und Vitalität der Oberkieferzähne

6.3.1 Sensibilität

Zur Überprüfung der Sensibilität der Zähne wird ein Testverfahren gewählt, welches leicht am Patienten und Behandlungsstuhl durchzuführen ist. Ebenfalls spielt die Reproduzierbarkeit eine wichtige Rolle. Es soll keine Methode zu Anwendung kommen, bei der die Trockenlegung der Zähne, die elektrische Isolation oder komplizierte Abläufe Fehler erzeugen können.

Laut PETERSSON et al. ist der Kältetest dem Hitze- und elektrischen Test überlegen [37] (Tabelle 30).

Tabelle 30: Evaluation des Sensibilitätstests nach [37]

Test	Sensitivität	Spezifität	positiver Vorhersagewert	negativer Vorhersagewert
Kälte	0,83	0,93	0,89	0,90
Hitze	0,86	0,41	0,48	0,83
elektrisch	0,72	0,93	0,88	0,84

PETERSSON et al. verstehen unter dem positiven Vorhersagewert von 0,89 die Wahrscheinlichkeit, dass ein positives Kältetestergebnis (mit Ethylchlorid) zu 89% einen nekrotischen Zahn repräsentiert [37].

Bei der Untersuchung wird ein Propan-Butan-Gemisch, welches in einer Studie von DE MORAIS et al. unter den Kältesprays (zusammen mit Tetrafluorethan) mit der niedrigsten Temperatur auf dem Schaumstoffpellet überzeugt [14], verwendet.

Kältesprays sind CO²-Schnee nicht unterlegen, die Patientenreaktion tritt sogar früher ein [18,25,31]. Sie eignen sich für nicht restaurierte, wie für Zähne mit prothetischen Restaurationen, egal ob Gold-, Verblend- oder Vollkeramikronen [31]. Aus diesem Grund werden Zähne mit Kronen oder Veneers nicht von der Untersuchung ausgeschlossen. Die ambivalente Reaktion restaurierter Zähne in der zahnärztlichen Praxis ist auf die Tertiärdentinbildung zurückzuführen, mit der die Odontoblastenschicht in der Lebenszeit des Zahnes auf pathologische, traumatische und iatrogene Reize reagiert. Ein Ausschluss von überkronen Zähnen würde implizieren, dass auch Zähne von der Untersuchung ausgenommen werden müssten, die Karies haben oder hatten, Füllungen oder Einlagerrestaurationen besitzen, von Abrasion, Attrition, Erosion betroffen sind, jemals von einem anderen Trauma betroffen waren, etc. Ein solches

Diskussion

Auswahlverfahren würde jedoch artifizielle Verhältnisse widerspiegeln und ist nicht gewünscht.

Der Aussagekraft von jedem Sensibilitätstest sind Grenzen gesetzt. Zähne können fälschlicherweise als nicht sensibel befundet werden, wenn es zu einer Einengung der Pulpenkammer durch physiologische Sekundärdentinbildung, durch pathologische Reize zur Tertiärdentinbildung, zur Sklerosierung der Dentintubuli und/oder zur Altersinvolution der Nervenfasern gekommen ist [50]. Des Weiteren sind diese Tests von der subjektiven Einschätzung des Patienten abhängig.

Von solchen falschen Testergebnissen abgesehen, gibt es drei mögliche Ursachen für einen als desensibel befundenen Zahn. Zum einen der Verlust der Zahnvitalität. Zum anderen eine Neurotmesis, bedingt durch die intraoperative Nervdurchtrennung oder eine vollständige Wurzelkanalobliteration. Von ELLINGSEN & ARTUN wurden totale Wurzelkanalobliterationen in 6,7% der radiologisch untersuchten Zähne (durchschnittlich 8,9 Jahre) nach Le Fort-I-Osteotomie gefunden [16].

Das Untersuchungsergebnis legt dar, dass von allen untersuchten Patienten 42,0% mindestens einen desensiblen Zahn aufweisen und von den insgesamt 881 befundenen Zähnen 10,3% desensibel sind. Im Vergleich zu den subjektiven Angaben der Patienten ist das Testergebnis mehr als doppelt so hoch. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass das Vorhandensein von desensiblen Zähnen die Patienten verhältnismäßig wenig beeinträchtigt. Gegebenenfalls ist die Differenz zum präoperativen Zustand geringer als erwartet, wenn bereits präoperativ desensibel, jedoch nicht detektierte, Zähne vorlagen. DE JONGH et al. geben 13,8 Monate postoperativ 29% von 128 Zähnen an, die weder auf den thermischen noch auf den elektrischen Test reagieren. Sie vergleichen nicht mit präoperativen Werten. Der Unterschied zu den in dieser Arbeit ermittelten Werten mag in der geringen Größe des Kollektivs (n = 10) begründet sein [12]. In der Untersuchung von ROSENBERG & SAILER mit CO²-Schnee sechs Monate postoperativ, werden 7,3% von 222 Zähnen nach Abgleich mit dem präoperativen Status (100% positive Sensibilität) als nicht sensibel erkannt [42]. PEPERSACK berichtet über 5% der Zähne (n = 588) nach 12 Monaten bei Patienten mit Segmentierung der Maxilla/Prämaxilla [35].

Innerhalb der Gruppen sind die Canini am häufigsten desensibel. Diese Beobachtung wurde schon 1971 von LEIBOLD et al. gemacht. 50% der nicht sensiblen Zähne waren Canini [29]. Eine Begründung ist sicherlich, dass sie sehr lange Wurzeln besitzen, zu

Diskussion

denen schwer der 1969 von BELL geforderte Mindestabstand von 5 mm [6] intraoperativ eingehalten werden kann.

Bivariat, ohne Berücksichtigung der Konfounder ist zwischen der Gruppe (A/B) und der Zahnsensibilität eine statistisch signifikante Abhängigkeit nachweisbar. Bei Patienten, bei denen eine Le Fort-I-Osteotomie mit Expansion der Prämaxilla/Maxilla durchgeführt worden ist und somit die Osteotomielinie median-sagittal der Zähne 11, 21 verläuft, ist der Anteil der desensiblen Inzisivi (17,1%) signifikant größer als in Gruppe A (7,8%). Auch für die Gesamtanzahl der Zähne ergibt sich ein statistisch signifikanter Unterschied (Gruppe A = 8,2%, Gruppe B = 12,7%). Vergleichbare Ergebnisse finden sich in der Literatur. Zähne, die benachbart zu einer interdentalen vertikalen Osteotomielinie liegen, sind im Vergleich signifikant öfter desensibel als Zähne ohne vertikale Osteotomie [29,35,49]. In den Veröffentlichungen wird der Einfluss des Alters nicht beachtet.

Beim Gruppenvergleich mit Konfounderberücksichtigung wird klar, dass nur das Patientenalter einen signifikanten Einfluss auf die Zielgröße hat. Der Effekt des Raucherstatus oder der Operationsmethode ist nicht nachweisbar. Damit wird für den Einfluss des Alters die Arbeitshypothese $H_{0/1}$ verworfen.

Das heißt, je älter der Patient zum Zeitpunkt der Operation ist, desto geringer ist die Chance auf das Vorhandensein der Zahnsensibilität postoperativ. Nun lässt sich diskutieren, ob das vorherige Ergebnis aus der bivariaten Gruppenberücksichtigung verworfen werden sollte, weil es durch die Differenz im Durchschnittsalter zwischen A und B überlagert ist.

Für den Einfluss des Alters gibt es mehrere Erklärungen:

1. Mit zunehmendem Alter werden die Grundbedingungen für die Reinnervation und Reizleitung schlechter: Auf Grund der zentripetalen Sekundärdentinbildung sind Pulpenkavum und Wurzelkanäle bei älteren Menschen eingengt und es kommt zur Sklerosierung der Dentinkanälchen (Zunahme von peritubulärem Dentin, Ausfällung von Whitlockit, Ablagerung von intratubulärem Dentin [43]). Durch Abrasion, Attrition, pathologische, traumatische und iatrogene Schäden wird im Laufe der Lebenszeit des Zahnes zusätzlich Tertiärdentin gebildet. Des Weiteren kommt es zur Altersinvolution der peripheren Nerven. Das heißt, bei einer Nervenschädigung liegen bereits weniger

und auch vermehrt vorgeschädigte Axone vor [50], zu denen die Reizleitung im Sinne der hydrodynamischen Theorie erschwert ist.

2. Mit zunehmendem Alter ist die Regenerationsfähigkeit reduziert. Die Regenerationsgeschwindigkeit und die Dichte regenerierter Axone sind geringer [10,27,50], das Austreiben der Nervenenden und der kollateralen Fasern ist reduziert [50]. Zusätzlich stehen der Reinnervation die komplizierten anatomischen Verhältnisse, die durch das „Nadelöhr“ des Foramen apikale bedingt sind, gegenüber.

Zieht man daraus die Konsequenz, so ist es anzuraten, Patienten mit entsprechender Indikation so früh wie möglich nach Beendigung des Wachstums zu operieren und ältere Patienten über das höhere Risiko präoperativ aufzuklären.

Die vorliegende Untersuchung ergibt, dass zwischen dem Ausmaß der Transposition des Oberkiefers in der Sagittalen und Vertikalen und der Anzahl der desensiblen Zähne kein statistisch signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden kann. Zu dem gleichen Schluss kommen VEDTOFTE & NATTESTAD [49].

Ohne Beachtung des Alters hat der Betrag der Expansion einen signifikanten Einfluss auf die Sensibilität der Zähne. Je größer die Expansion, desto mehr Zähne reagieren negativ auf den Sensibilitätstest. Ab einer Expansion von mehr als 6 mm kommt es bei der Gesamtheit der Zähne zu einer deutlichen prozentualen Zunahme (dreifache Steigerung). Am stärksten sind die Inzisivi und Canini betroffen.

Ein Argument ist, dass mit zunehmendem Osteotomiespalt eine größere Denudierung der Prämaxilla/Maxilla nötig ist. Bei einer größeren oder kleineren sagittalen bzw. vertikalen Transposition bleibt das Ausmaß des operativen Eingriffes gleich. In der gesichteten Literatur finden sich zu diesem Thema keine Werte. Es wäre interessant mit einem größeren Datensatz dieses Ergebnis unter Berücksichtigung des Patientenalters zu überprüfen. Möglicherweise ist dann der Betrag der Expansion nicht mehr signifikant. Trotzdem ist die Tendenz deutlich sichtbar. Im Sinne der Prävention sollten transversal schmale Oberkiefer in der zahnärztlichen Praxis besondere Beachtung genießen und in die kieferorthopädische Frühbehandlung überwiesen werden.

6.3.2 Vitalität

Zur Bestimmung der Vitalität werden die im Abschnitt 4.8.2 beschriebenen Kriterien herangezogen. Die als devital gewerteten Zähne sind binnen des Nachuntersuchungszeitraumes endodontisch behandelt worden oder sind bei fehlender Sensibilität deutlich verfärbt. Es wird nicht mit der Laser Doppler Flowmetry gearbeitet um den Blutfluss zu

Diskussion

eruierten. Mit dieser Methode könnten falsch negative Testergebnisse erkannt und gegebenenfalls das Ergebnis nach unten korrigiert werden oder asymptomatische nekrotische Zähne gefunden werden.

Die Zahl der Vitalitätsverluste ist gering (1,8% der Zähne). In der Literatur werden ähnliche Angaben gemacht. LEIBOLD et al. befanden einen von 46 Zähnen (2,13%) nach 36 Monaten als devital. Kriterien sind der Sensibilitätsbefund und die Verfärbung des Zahnes [29]. VEDTOFTE & NATTESTAD erkennen nach 11-59 Monaten 0,5% der Zähne (Sensibilität negativ, radiologischer Befund: apikale Aufhellung) [49], PEPERSACK 12 Monate postoperativ nach Segmentosteotomie 0,2% (Sensibilität negativ, endodontische Behandlung nötig, Zahnverfärbung [in keinem Fall]) [35] und ELLINGSEN & ARTUN 2,9% (endodontische Behandlung oder apikale Aufhellung) als devital [16].

Trotzdem kann nicht direkt geschlussfolgert werden, dass dieses Ergebnis allein durch den operativen Eingriff bedingt ist. Innerhalb des Nachuntersuchungszeitraumes können die Zähne durch Karies, Parodontitis oder ein Trauma ihre Vitalität verloren haben. Auch eine umgekehrte Kausalitätskette ist denkbar. Durch die Osteotomie kann es zur Irritation der Odontoblastenschicht mit folgender verstärkter Dentinbildung gekommen sein, welche dann zur Einschränkung der Reizleitung geführt hat und damit zum höheren Risiko der traumatischen und/oder kariösen Schädigung, bis hin zur Nekrose [23]. POSWILLO erweiterte im Tierexperiment diese These. Es komme zur Störung der Odontoblastenschicht und Fibrosierung der Pulpa [39]. Den Zuwachs von Bindegewebe belegt eine Studie an menschlichen dritten Molaren [15]. ROSENBERG & SAILER legen dar, dass es unter diesen Umständen auf lange Sicht zu einer Nekrose kommt [42]. Mit zunehmendem zeitlichen Abstand von der Operation kann es deshalb zu einer Zunahme der diagnostizierten Pulpanekrosen kommen, da diese erst im zeitlichen Verlauf entstehen oder vorerst asymptomatische, aber desensible Zähne sind [49]. Auf diese Weise kann der Unterschied zu den Ergebnissen von ROSENBERG & SAILER, erklärt werden. Bei deren Untersuchung war sechs Monate postoperativ kein Zahn devital. Als Begründung wird angegeben, dass keine Segmentosteotomie des Kiefers durchgeführt wurde [42]. Von diesem Argument soll hier Abstand genommen werden, da in der vorliegenden Arbeit bei median-sagittaler Spaltung weniger devitale Zähne gefunden werden, als nach alleiniger Le Fort-I-Osteotomie. Ein statistisch signifikanter Einfluss der Operationsmethode kann jedoch mit dem vorliegenden Datensatz nicht festgestellt werden.

Die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen des Sensibilitätstests und der Beurteilung der Vitalität zeigt, dass die Vaskularisierung sich sehr gut regeneriert. Nach W.H. BELL sind dafür die Kollateralkreisläufe verantwortlich [6,7].

Beim Gruppenvergleich mit Konfounderberücksichtigung kann in keiner Kategorie ein signifikanter Einfluss der Operationsmethode (Gruppe A/B), des Raucherstatus und des Alters nachgewiesen werden. Damit scheint das Alter auf die Revaskularisierung keinen Einfluss zu haben. Eine Überprüfung mit einem größeren Datensatz ist anzustreben.

Auf die Anzahl der devitalen Zähne hat die Zunahme der Transposition sowohl in der Sagittalen, in der Vertikalen, als auch die Expansion in der Medianebene keinen signifikanten Einfluss. Vergleichende Werte sind in der Literatur nicht zu finden.

Dem zu folge kann Arbeitshypothese $H_{0/1}$ für die Zahnvitalität nicht verworfen werden.

6.4 Sensibilität der Gingiva

Für den Pinprick-Test zur Bestimmung der protopathischen Sensibilität wird eine zahnärztliche Sonde verwendet. Die Patienten geben an, ob der Reiz als „spitz“, „dumpf“ oder gar nicht wahrgenommen wird. „Spitz“ kann als Pendant für „Schmerz“ gewertet werden [51]. Das Benutzen einer Sonde ist ein bewährtes Verfahren [12,21,26,51], hat allerdings den Nachteil, dass die angewandte Kraft nicht standardisierbar ist. Ein Instrument welches keine Variation erlaubt, würde eine Fehlergröße seitens des Untersuchers ausschließen. Trotzdem bleibt die Abhängigkeit von der Empfindung und Antwort des Patienten.

Bei der Untersuchung wurde in keinem Fall eine Analgesie festgestellt (Abb. 20).

Im Gegensatz dazu, geben AL-DIN et al. unter Verwendung des „Spring Algesimeters“ vestibulär/bukkal Analgesien bei 15% der Patienten an [1]. DE JONGH et al. konnten mittels einer zahnärztlichen Sonde Analgesien bei 25% der Messstellen finden [12]. Eine Begründung ist der Unterschied zwischen den angewandten Operationsmethoden. In den genannten Studien wurde im Fornix vestibuli superior, zwischen dem rechten und linken ersten Molaren, eine horizontale Inzision durchgeführt. Damit werden supraperiostale Nervenfasern, welche die Gingiva innervieren, durchtrennt. Im Bereich der Inzision bildet sich eine Narbenplatte, die ein Hindernis für die Reinnervation darstellt. In der Klinik für Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin sieht das chirurgische Vorgehen vestibulär/bukkal einen Zahnfleischrandschnitt vor, um damit die Innervation der Gingiva zu schonen.

Diskussion

	Eigener Datensatz	AL-DIN et al. [1]	DE JONGH et al. [12]
intraoperative Schnittführung	Zahnfleischrandschnitt	horizontale Inzision im Fornix vestibuli	
Analgesien bei	0% der Messstellen	15% der Patienten	25% der Messstellen
mittleres Patientenalter (Jahre)	30	25	21
Anzahl der Patienten	69	20	10

Abb. 20: Studien zur Häufigkeit von Analgesien der Gingiva

Die suprapariostalen Nervenäste können lediglich leichte Verletzungen z.B. durch intraoperative Zerrungen und Kompressionen davontragen, was als Konsequenz in einer verminderten Schmerzwahrnehmung resultieren kann. Da die Bildung einer horizontalen Narbenplatte verhindert wird, besteht die Möglichkeit, dass es zusätzlich zu einer kollateralen Einsprossung benachbarter Nerven, wie dem N. buccalis kommt und so die neurosensorische Heilung unterstützt wird.

Hypalgesien sind häufig. Ihre postoperative Prävalenz unterscheidet sich deutlich zwischen Prämaxilla und Maxilla. Im Bereich der Maxilla werden in beiden Gruppen ca. doppelt so oft Bereiche mit einer Hypalgesie festgestellt, wie an der Prämaxilla. Diese Beobachtung korreliert mit der physiologischen Konzentration freier Nervenendigungen in der Gingiva. In der Regio der mittleren Inzisivi ist die Konzentration am höchsten und nimmt nach posterior kontinuierlich ab [4,47]. Die Schmerzwahrnehmung ist in den vestibulär/bukkalen Bereichen häufiger eingeschränkt als palatinal. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass In beiden Gruppen zusammen eine Hypalgesie vestibulär/bukkal der maxillären Schleimhaut 2,4-mal häufiger ist als prämaxillär. Palatinal kommt diese Veränderung an der Maxilla insgesamt 1,3-mal öfter vor als an der Prämaxilla. Ähnliche Ergebnisse sind, trotz teilweise unterschiedlicher Untersuchungsmethoden, in diversen Publikationen zu finden. Die palatinale Schleimhaut hat postoperativ eine bessere sensible Funktion als die vestibulär/bukkale Gingiva [1,12,26]. Bei AL-DIN et al. ist die Empfindlichkeit im Vergleich zum präoperativen Level bukkal verhältnismäßig stärker eingeschränkt [1]. DE JONGH et al. ermittelten, dass im bukkalen/posterioren Bereich des Kiefers Sensibilitätsstörungen 5,5-mal häufiger vorkommen als anterior und palatinal an der Maxilla 2,5-mal öfter als an der Prämaxilla [12].

Mit dem eigenen Datensatz kann kein statistisch signifikanter Einfluss der Operationsmethode (Gruppe A/B), des Raucherstatus oder des Alters nachgewiesen

Diskussion

werden. Die Arbeitshypothese $H_{0/1}$ kann nicht verworfen werden. Auch in der Studie von ROSENBERG & SAILER kann kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Lebensalter und der Sensibilität der Gingiva sowie der Osteotomie in ein oder zwei Segmente und den Hypästhesien bewiesen werden. Es scheint aber, dass die Regeneration bei einer Operationsmethode ohne Segmentierung früher erfolgt [42]. Das Ergebnis von ROSENBERG & SAILER, die Regeneration der palatinalen Nerven sei ab einer Vorverlagerung von 6 mm geringer [42], kann nicht bestätigt werden. Denn weder der Betrag der Transposition, noch der der Expansion hat einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Bereiche mit einer Hypalgesie. Die erwähnten Autoren machen für ihre Werte weniger den Betrag der Transposition selbst, als vielmehr die größeren operativen Schwierigkeiten bei einer Vorverlagerung von ≥ 6 mm [42] verantwortlich.

Für die statische Zwei-Punkte-Diskrimination wird ein Greulich-Stern verwendet. Er gleicht in seinem Bau dem „Disk-Criminator“, welcher im Vergleich zum Aesthesiometer und zu einer Büro-/Heftklammer am sensitivsten ist, die kleinsten Standardabweichungen ergibt und sich somit am besten für die Untersuchung eignet [11].

Präoperative Werte liegen nicht vor und Angaben für gesunde, nicht operierte Patienten lassen sich der gesichteten Literatur nicht entnehmen. Deswegen wird für die Datenanalyse die Einführung der Kontrollgruppe C notwendig. Bei der Untersuchung wird eine zufällige Reihenfolge der Messspitzenpaare gewählt und die Versuchsreihe dreimal durchgeführt, um die Gefahr von Falschantworten zu minimieren. Diese Vorgehensweise wird durch NOVAK & MACKINNON [32] bestätigt.

In der vorliegenden Arbeit können nun Normwerte für die statische Zwei-Punkte-Diskrimination im Bereich der vestibulären und palatinalen Prämaxilla angegeben werden. Die Analyse legt dar: Der Status „operiert“ versus „nicht operiert“ hat, unter gleichzeitiger Beachtung des Alters und des Raucherstatus, einen höchst signifikanten Einfluss auf den Wert der statischen Zwei-Punkte-Diskrimination. Dies gilt für vestibulär und palatinal. Die Arbeitshypothese $H_{0/2}$ kann verworfen werden und die Alternativhypothese gilt als statistisch erwiesen. Es ist jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der Le Fort-I-Osteotomie mit oder ohne Expansion nachweisbar. Das bedeutet, nach der Operation kommt es zu einer Verschlechterung der epikritischen Sensibilität [38,46]. Bei den operierten Patienten sind die Werte in den vestibulär/bukkalen Bereichen schlechter als palatinal, was den Beobachtungen der

protopathischen Sensibilität entspricht. In Gruppe C ist das Verhältnis umgekehrt. In der gesichteten Literatur können keine Werte zum Vergleich gefunden werden.

Ein Einfluss von Alter, Raucherstatus, dem Betrag der Transposition und Expansion kann mit diesem Datensatz nicht nachgewiesen werden. Die Studie von CALHOUN et al. geht ebenfalls von einer Unabhängigkeit vom Alter aus [9].

Zur Sensibilität der Gingiva lässt sich des Weiteren sagen:

Physiologisch ist die „Versorgung an Nervenendigungen des oralen Zahnfleisches spärlicher, als diejenige des vestibulären Zahnfleisches“ [4] und entspricht damit den Beobachtungen an der Kontrollgruppe C. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich postoperativ dieses Verhältnis umkehrt, da vestibulär/bukkal sowohl die protopathische als auch die epikritische Sensibilität der Gingiva im Vergleich zu palatinal eingeschränkt ist. Sicherlich trägt die Schonung des Nerven-Gefäßbündels der Arteriae palatinae zu diesem Ergebnis bei.

Es ist zu beachten, dass in der vorliegenden Untersuchung im Vergleich zur Sensibilität der Zähne kein Zusammenhang zwischen dem Patientenalter und der Sensibilität der Gingiva hergestellt werden kann. Folgende Erklärungen sind möglich:

1. 1965 wurde zwar die indirekte Proportionalität zwischen physiologischer Konzentration sensibler Nervenendigungen und Lebensalter dargestellt, jedoch mit Gruppierungen von 3-15, 16-45, und 46-78 Jahren [47]. Da das Patientenalter in der vorliegenden Arbeit lediglich eine Spannweite von 16-57 Jahren hat, ist der Einfluss des Alters auf die protopathische und epikritische Sensibilität der Gingiva nicht nachweisbar. Dies bestätigen die Werte von ROSENBERG & SAILER (Patientenalter 17-56 Jahre) [42].
2. Das Foramen apikale der Zähne stellt den entscheidenden Engpass dar und erschwert die Reinnervation.

Werden die subjektiv empfundenen Parästhesien herangezogen, fällt Folgendes auf: Palatinal werden prozentual mehr Parästhesien von den Patienten angegeben, als durch die Untersuchung verifiziert werden können. An der vestibulär/bukkalen Gingiva ist das Verhältnis umgekehrt. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Patienten Veränderungen der palatinalen Sensibilität wesentlich genauer wahrnehmen. Immerhin hat diese gerade bei der Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme, bei der Mastikation, beim Schluckakt und bei der Phonation eine herausragende Bedeutung.

7 Schlussfolgerung und Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zur Le Fort-I-Osteotomie befasst sich mit der Prävalenz von Vitalitätsverlusten der Zähne, Sensibilitätsstörungen von Zähnen und Gingiva, subjektiven Folgebeschwerden sowie dem Einfluss der Spaltung des primären und sekundären Gaumens.

Zur weiteren Risikoabschätzung werden Zusammenhänge zwischen dem Patientenalter, dem Raucherstatus und dem Ausmaß der Transposition bzw. Expansion der Prämaxilla/Maxilla und der Prävalenz der genannten Komplikationen analysiert.

Dazu werden 69 Patienten der Klinik für Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin mittelwertig 54,68 Monate nach Le Fort-I-Osteotomie und zusätzlicher median-sagittaler Spaltung mit Expansion untersucht. Daten werden mittels eines Fragebogens erhoben, an den Zähnen ein Kältetest durchgeführt und die Vitalität beurteilt, an der Gingiva finden der Pinprick-Test und die Bestimmung der statischen Zwei-Punkte-Diskrimination Verwendung. Um Normwerte für die epikritische Sensibilität angeben zu können, wird eine Kontrollgruppe eingeführt.

An Hand der durchgeführten detaillierten Untersuchung und unter Berücksichtigung der vorhandenen Literatur lassen sich folgende Konsequenzen ziehen:

1. Patienten sollen präoperativ über das Risiko bleibender:
 - intra- und extraoraler Parästhesien
 - Beschwerden des Sinus maxillaris
 - Weichgewebsasymmetrien im Wangenbereich
 - Nasenatmungsbehinderungen
 - Sensibilitätsverluste der Zähne, vor allem mit zunehmendem Lebensalter
 - Vitalitätsverluste der Zähne
 - Einschränkungen der protopathischen und epikritischen Sensibilität der Gingiva aufgeklärt werden.
2. Durch eine schonende Arbeitstechnik sollte die Schädigung des N. infraorbitalis vermieden und damit das Auftreten von extraoralen Parästhesien verhindert oder in der Inzidenz gesenkt werden.
3. Im Hinblick auf den Einfluss des Alters auf die Reinnervation der Zähne sollten Patienten mit entsprechender Indikation frühestmöglich nach Beendigung des

Schlussfolgerung und Zusammenfassung

Wachstums operiert und ältere Patienten explizit über das erhöhte Risiko aufgeklärt werden.

4. Der Raucherstatus sowie der Einfluss der Spaltung des Gaumens bei der Le Fort-I-Osteotomie sind für die jeweiligen Zielgrößen unter gleichzeitiger Beachtung des Patientenalters von untergeordneter Bedeutung.
5. Es ist jedoch die Tendenz nachgewiesen, dass bei Zunahme der operativen Expansion die Häufigkeit des Auftretens desensibler Zähne steigt. Deshalb sollten transversale maxilläre Hypoplasien im Rahmen der Kieferorthopädie vor Ossifikation der Sutura palatina mediana maximal vorbehandelt werden.
6. Bei Durchführung eines Zahnfleischrandschnittes zur Darstellung des Oberkieferknochens anstelle einer horizontalen Inzision im Fornix vestibuli superior konnte bei keinem Patienten eine Analgesie der vestibulär/bukkalen Gingiva nachgewiesen werden.
7. Auf Grund der Ergebnisse ist es als wahrscheinlich zu erachten, dass andere Operationen im Bereich von Maxilla und Prämaxilla, die die neurosensorische Versorgung von Zähnen und Gingiva unterbrechen, ähnliche Komplikationen nach sich ziehen.
8. Von großem Interesse ist die einseitige Weichgewebsasymmetrie, die drei Patienten aufweisen. Da sich in der gesichteten Literatur keine Angaben dazu finden lassen und diese Veränderung ein ästhetisches Problem für die Betroffenen darstellt, muss es ein Ziel sein, diese Komplikation genauer zu ergründen.

Weitere Untersuchungen mit einem größeren Datensatz zu folgenden Themen wären anzustreben:

- Einfluss des Ausmaßes der Transposition/Expansion unter gleichzeitiger Berücksichtigung der bereits geprüften Konfounder auf die jeweiligen Zielgrößen
- Überprüfung des Einflusses der einzelnen Konfounder auf die Vitalität der Zähne

8 Literaturverzeichnis

- 1 Al-Din OF, Coghlan KM, Magennis P. Sensory nerve disturbance following Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996;25:13-19.
- 2 Austermann K. Chirurgische Behandlung der Dysgnathien. In: Horch H, Hrsg. *Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie*, Bd 10/II. Aufl 2. München, Wien, Baltimore: Urban und Schwarzenberg, 1991:107-195.
- 3 Backhaus K, Erichson B, Plinke W, Weiber R. *Multivariate Analysemethoden - Eine anwendungsorientierte Einführung*. Aufl 11. Berlin: Springer, 2006:425ff.
- 4 Balogh K, Csiba A. Die Nervenversorgung des Zahnfleisches. *Dtsch Zahn-, Mund- u Kieferheilk* 1967;49:299-305.
- 5 Bell CS, Thrash WJ, Zysset MK. Incidence of Maxillary Sinusitis Following Lefort-I Maxillary Osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1986;44:100-103.
- 6 Bell WH. Revascularization and bone healing after anterior maxillary osteotomy: a study using adult rhesus monkeys. *J Oral Surg* 1969;27:249-255.
- 7 Bell WH. Biologic basis for maxillary osteotomies. *Am J Phys Anthropol* 1973;38:279-289.
- 8 Bortz J, Lienert GA. *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung - Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben*. Aufl 3. Berlin: Springer, 2003:286 ff.
- 9 Calhoun KH, Gibson B, Hartley L, Minton J, Hokanson JA. Age-Related-Changes in Oral Sensation. *Laryngoscope* 1992;102:109-116.
- 10 Choi SJ, Harii K, Lee MJ, Furuya F, Ueda K. Electrophysiological, Morphological, and Morphometric Effects of Aging on Nerve Regeneration in Rats. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1995;29:133-140.

Literaturverzeichnis

- 11 Crosby PM, Dellon AL. Comparison of 2-Point Discrimination Testing Devices. *Microsurgery* 1989;10:134-137.
- 12 de Jongh M, Barnard D, Birnie D. Sensory nerve morbidity following Le Fort I osteotomy. *J Maxillofac Surg* 1986;14:10-13.
- 13 de Mol van Otterloo JJ, Tuinzing DB, Greebe RB, van der Kwast WAM. Intra- and early postoperative complications of the le fort I osteotomy: A retrospective study on 410 cases. *J Craniomaxillofac Surg* 1991;19:217-222.
- 14 de Morais CAH, Bernardineli N, Lima WM, Cupertino RR, Guerisoli DMZ. Evaluation of the temperature of different refrigerant sprays used as a pulpal test. *Aust Endod J* 2008;34:86-88.
- 15 Di S, Bell WH, Mannai C et al. Long-term evaluation of human teeth after Le Fort I osteotomy: a histologic and developmental study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988;65:379-386.
- 16 Ellingsen RH, Artun J. Pulpal Response to Orthognathic Surgery - a Long-Term Radiographic Study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993;103:338-343.
- 17 Erbe M, Lehotay M, Göde U, Wigand ME, Neukam FW. Nasal airway changes after Le Fort I--impaction and advancement: anatomical and functional findings. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2001;30:123-129.
- 18 Fuss Z, Trowbridge H, Bender IB, Rickoff B, Sorin S. Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. *J Endod* 1986;12:301-305.
- 19 Gattinger B, Obwegeser J. Chirurgische Kieferorthopädie und kraniofaziale Fehlbildungschirurgie. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M, Hrsg. Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde. Bd 2. Aufl 3. Stuttgart, New York: Thieme, 2002:235.
- 20 Gopikrishna V, Pradeep G, Venkateshbabu N. Assessment of pulp vitality: a review. *Int J Paediatr Dent* 2009;19:3-15.

Literaturverzeichnis

- 21 Greenspan JD, McGillis SLB. Stimulus Features Relevant to the Perception of Sharpness and Mechanically Evoked Cutaneous Pain. *Somatosens Mot Res* 1991;8:137-147.
- 22 Holland GR, Robinson PP. Reinnervation of teeth after segmental osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986;15:437-443.
- 23 Hutchinson D, MacGregor AJ. Tooth survival following various methods of sub-apical osteotomy. *Int J Oral Surg* 1972;1:81-86.
- 24 Issing PR, Ernst A, Heermann R, Lenarz T. Discoloration of teeth as a rare complication after septorhinoplasty. *Laryngorhinootologie* 1996;75:59-62.
- 25 Jones VR, Rivera EM, Walton RE. Comparison of carbon dioxide versus refrigerant spray to determine pulpal responsiveness. *J Endod* 2002;28:531-533.
- 26 Kahnberg KE, Engstrom H. Recovery of Maxillary Sinus and Tooth Sensibility after Le Fort-I Osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1987;25:68-73.
- 27 Kovacic U, Sketelj J, Bajrovic FF. Chapter 26: Age-related differences in the reinnervation after peripheral nerve injury. *Int Rev Neurobiol* 2009;87:465-482.
- 28 Kramer FJ, Baethge C, Swennen G et al. Intra- and perioperative complications of the LeFort I osteotomy: a prospective evaluation of 1000 patients. *J Craniofac Surg* 2004;15:971-977.
- 29 Leibold DG, Tilson HB, Rask KR. Subjective Evaluation of Re-Establishment of Neurovascular Supply of Teeth Involved in Anterior Maxillary Osteotomy Procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1971;32:531-534.
- 30 Macdougall G, Sanderson RJ. Altered Dental Sensation Following Intranasal Surgery. *J Laryngol Otol* 1993;107:1011-1013.

Literaturverzeichnis

- 31 Miller SO, Johnson JD, Allemang JD, Strother JM. Cold testing through full-coverage restorations. *J Endod* 2004;30:695-700.
- 32 Novak CB, Mackinnon SE. Evaluation of nerve injury and nerve compression in the upper quadrant. *J Hand Ther* 2005;18:230-240.
- 33 Obwegeser HL. Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae. The "dish-face" deformity. *Plast Reconstr Surg* 1969;43:351-365.
- 34 Panula K, Finne K, Oikarinen K. Incidence of complications and problems related to orthognathic surgery: A review of 655 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2001;59:1128-1136.
- 35 Pepersack WJ. Tooth vitality after alveolar segmental osteotomy. *J Maxillofac Surg* 1973;1:85-91.
- 36 Perko M. Maxillary sinus and surgical movement of maxilla. *Int J Oral Surg* 1972;1:177-184.
- 37 Petersson K, Soderstrom C, Kiani-Anaraki M, Levy G. Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:127-131.
- 38 Posnick JC, al-Qattan MM, Pron G. Facial sensibility in adolescents with and without clefts 1 year after undergoing Le Fort I osteotomy. *Plast Reconstr Surg* 1994;94:431-435.
- 39 Poswillo DE. Eearly pulp changes following reduction of open bite by segmental surgery. *Int J Oral Surg* 1972;1:87-97.
- 40 Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1998;13:97-106.

Literaturverzeichnis

- 41 Rettinger G, Engelbrechtschnur S. Sensory Impairment of Palatine Mucosa Following Septoplasty. *Laryngorhinootologie* 1995;74:282-285.
- 42 Rosenberg A, Sailer HF. A Prospective-Study on Changes in the Sensibility of the Oral-Mucosa and the Mucosa of the Upper Lip after Le-Fort-I Osteotomy. *J Craniomaxillofac Surg* 1994;22:286-293.
- 43 Schroeder H. Orale Strukturbiologie: Entwicklungsgeschichte, Struktur und Funktion normaler Hart- und Weichgewebe der Mundhöhle und des Kiefergelenks. Aufl 4. Stuttgart, New York: Thieme, 1992:112,113,133,134.
- 44 Sobotta J. Putz R, Pabst R, Hrsg. Sobotta, Atlas der Anatomie des Menschen. Aufl 21. München, Jena: Urban & Fischer, 2004:106.
- 45 Tajima S. A longitudinal study on electrical pulp testing following Le Fort type osteotomy and Le Fort type fracture. *J Maxillofac Surg* 1975;3:74-80.
- 46 Thygesen TH, Bardow A, Norholt SE, Jensen J, Svensson P. Surgical Risk Factors and Maxillary Nerve Function After Le Fort I Osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:528-536.
- 47 Tolman DE, Winkelmann RK, Gibilisco JA. Nerve Endings in Gingival Tissue. *J Dent Res* 1965;44:657-663.
- 48 Toutenburg H. Lineare Modelle: Theorie und Anwendung. Aufl 2. Heidelberg: Physica-Verlag, 2003.
- 49 Vedtofte P, Nattestad A. Pulp sensibility and pulp necrosis after Le Fort I osteotomy. *J Craniomaxillofac Surg* 1989;17:167-171.
- 50 Verdu E, Ceballos D, Vilches JJ, Navarro X. Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. *J Peripher Nerv Syst* 2000;5:191-208.

Literaturverzeichnis

51 Walk D, Sehgal N, Moeller-Bertram T et al. Quantitative Sensory Testing and Mapping A Review of Nonautomated Quantitative Methods for Examination of the Patient With Neuropathic Pain. Clin J Pain 2009;25:632-640.

9 Anhang

9.1 Patientenfragebogen

Name, Geburtsdatum, Geschlecht

1. Wann waren Sie das letzte Mal beim Zahnarzt?
2. Leiden Sie unter systemischen Erkrankungen, z.B. Diabetes mellitus?
3. Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein? Wenn ja, welche?
4. Rauchen Sie? Wenn ja, wie viele Zigaretten pro Tag?
5. Haben Sie seit Ihrer Operation Empfindungsstörungen im Bereich des Oberkiefers?

Wenn ja,

a) wo?

- Gaumen
- Zahnfleisch
- Wange
- Zähne

b) Wie würden sie diese Empfindungsstörung beschreiben?

- Taubheit
- Kribbeln
- Brennen
- andere:

c) Beeinträchtigt Sie diese Veränderungen negativ?

6. Gibt es seit der Operation Veränderungen speziell an Ihren Zähnen?

Wenn ja, welche?

- Zahnverfärbungen
- Taubheitsgefühl
- andere:

7. Gibt es andere Veränderungen?

9.2 Untersuchungsprotokoll

Patient:

Untersuchungsdatum:

Geburtsdatum:

Operationsdatum:

1. Operationsprotokoll

1. Indikation
2. Operationsmethode
3. Gab es früher bereits Operationen im Gesichtsbereich?
4. Wie viele Operationen am Oberkiefer gab es bereits?
5. Komplikationen

2. praeoperativer Befund

1. Zahnstatus
 1. Perkussionsempfindlichkeit
 2. Sensibilitätstest
 3. diagnostizierte Vitalitätsverluste
 4. Röntgenbefund

3. postoperative Befund

- a. Zahnstatus
 - a) fehlende Zähne, Wurzelkanalbehandlungen, Kronen
 - b) Verfärbungen
 - c) Sensibilitäts- und Vitalitätstest (+/-)
 - d) Perkussionsempfindlichkeit (+/-)

Anhang

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28

b. Pinprick-Test

Regio	1. Quadrant		2. Quadrant	
	bukkal	palatinal	palatinal	bukkal
1. Inzisivi				
2. Inzisivi				
1. Präm				
1. Molaren				

c. 2-Punkte Diskrimination

Regio	Prämaxilla	
in mm	bukkal	palatinal

4. Stehen die Veränderungen im Zusammenhang mit der durchgeführten Operation oder gibt es andere Ursachen?

Curriculum vitae

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Erklärung

„Ich, Franziska Maslewski, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema:
,Reinnervation von Schleimhaut und Zähnen nach Le Fort-I-Osteotomie des Oberkiefers
in der orthognathen Chirurgie'
selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt,
ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer
Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, den 11.10.2011

Franziska Maslewski

Danksagung

Mein Dank gilt an erster Stelle meinem Doktorvater Prof. Dr. Dr. Bodo Hoffmeister für die Bereitstellung des Themas dieser Doktorarbeit.

Ich danke Dr. Dr. Birgit Anthofer und Dr. Dr. Alireza Houshmand für Ihre umfassende Unterstützung, Ihre Ratschläge und Ihre Erfahrung.

Ich möchte mich bei allen Mitarbeitern der Klinik für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin für die unkomplizierte und angenehme Zusammenarbeit, sowie Bereitstellung der Materialien bedanken.

Besonderer Dank gilt meiner Mutter Dr. Astrid Maslewski für die unendliche Geduld und präzise, kreative Kritik.